

ANNALES  
DE  
L'INSTITUT NATIONAL  
DE LA  
RECHERCHE AGRONOMIQUE



Digitized by the Internet Archive  
in 2025

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL  
DE LA  
RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES  
DES ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE - ZOOLOGIE AGRICOLE  
PHYTOPHARMACIE



INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE  
*7, rue Képler - Paris*



# BIOLOGIE ET ÉCOLOGIE DU POU DE SAN JOSÉ (*Quadraspidiotus perniciosus* COMST.) EN FRANCE

PAR

**R. VASSEUR et D. SCHVESTER**

avec la collaboration technique de

**H. BIANCHI**

Station expérimentale d'Arboriculture fruitière, Saint-Genis-Laval (Rhône).

---

## PLAN DU MÉMOIRE

### Introduction.

#### I. — Études biologiques.

- A. — Description sommaire et généralités.
- B. — Étude du cycle évolutif.
- C. — Étude de quelques points particuliers de la biologie.
  - La diapause.
  - L'hibernation.
  - Recherches sur la parthénogenèse.

#### II. — Facteurs limitants des populations.

- A. — Facteurs climatiques.
  - Mortalité hivernale.
  - Mortalité estivale.
- B. — Ennemis naturels.

#### III. — Rapports entre l'insecte et les végétaux-hôtes.

- A. — Contaminabilité des végétaux par le pou de San José.
  - Remarques diverses sur la contaminabilité. Différences spécifiques.
  - Remarques sur quelques facteurs d'immunité ou de tolérance au Pou de San José chez certaines espèces végétales.
- B. — Infestation dans les conditions naturelles. Incidences économiques.

### Résumé et conclusions.

---

## INTRODUCTION <sup>(1)</sup>

Originaire, selon toute vraisemblance de Chine (MARLATT) le Pou de San José, après avoir été découvert en Amérique, dans la Vallée de San José en Californie (fait auquel il doit son nom vulgaire) a été reconnu pour la première fois en Europe, de Hongrie et d'Autriche (1931). Il a été depuis, localisé dans la plupart des pays d'Europe occidentale (Italie, Suisse, Espagne, Allemagne, France), ainsi qu'en U. R. S. S. dans la région Crimée-Mer d'Azov et dans le Caucase principalement.

### Répartition géographique en France.

Un trait assez caractéristique de l'infestation du Pou de San José en France, est que les foyers sont isolés les uns des autres, formant un certain nombre de taches éparses sur le territoire, quelques unes de ces taches étant relativement étendues d'ailleurs. Selon toute vraisemblance, cette configuration doit provenir du fait que les invasions ayant donné naissance à ces divers foyers, tout au moins en ce qui concerne les premiers d'entre eux, ont été réalisées par le canal d'importations séparées pour chacun d'eux.

A l'heure actuelle, la situation est la suivante (fig. 1) :

1<sup>o</sup> Le foyer méditerranéen, le plus anciennement reconnu (1935), est assez localisé grâce d'une part aux mesures de protection et de lutte qui furent assez rapidement prises, grâce d'autre part à la configuration géographique du terrain, la Vallée de la Siagne qui en est le centre constituant une petite région naturelle relativement fermée, en dehors de laquelle n'existent, dans un rayon assez éloigné, que peu de cultures fruitières.

2<sup>o</sup> Le foyer du Lyonnais, découvert en 1941, et qui comporte un certain nombre d'éclaboussures, quelquefois assez importantes :

Dans le département de l'Ain : en Bresse (Mézeriat) et dans la région du Lac du Bourget.

(1) La découverte en France des foyers de Pou de San José, amena à mettre en place, en premier lieu, un important travail de lutte contre l'insecte, travail conduit par le Service de la Protection des Végétaux et dont le résultat fut rapidement le très grand ralentissement de l'invasion en France, avec en fait l'extinction des petits foyers et le blocage des aires primaires établies pendant la période précédant la découverte des premières taches d'invasion.

En même temps était mis en place un ensemble de recherches qui comprit d'abord des travaux en zone méditerranéenne confiés à M. NEPVEU et à ses collaborateurs, et, pour certains points tels les fumigations, à M. VIEL. Ensuite les recherches furent développées dans la région lyonnaise, sous la direction de M. VASSEUR, secondé par M. SCHVESTER, qui assura leur continuité après le décès de M. VASSEUR.

Les recherches furent, les unes orientées vers une adaptation à notre territoire de connaissances acquises à l'étranger, les autres originales en vue de perfectionner la lutte.

Elles comportaient parallèlement des études écologiques et d'autres de chimiothérapie. Ces dernières ont fait l'objet de divers mémoires, mais les premières n'avaient jamais été groupées en un ensemble.

Le présent mémoire vise à faire le point sur toutes les connaissances écologiques acquises, en utilisant avant tout les travaux conduits au départ de Lyon. (Note de M. B. TROUVELOT.)

En Bourgogne : deux communes dans la région de Nuits-Saint-Georges et une commune dans la région de Mâcon.

En Dauphiné (La-Tour-du-Pin, Pont-de-Beauvoisin).



FIG. 1. — Répartition géographique du Pou de San José en France. B : Belley ; BJ : La Bastide des Jourdans ; BO : Bourges ; C : Cosne ; H : Haguenau ; M : Mâcon ; ME : Mézériat ; N : Nevers ; NSG : Nuits-Saint-Georges ; PB : Le Pont de Beauvoisin ; SJ : Saint-Jean-du-Gard ; SL : Saint-Lothain ; TP : La Tour-du-Pin.

3° Le foyer du Centre, à cheval sur plusieurs départements et dont une des origines supposées est peut-être le foyer du Lyonnais. Il comprend :

Deux communes dans le département de l'Allier.

Un important noyau dans la région de Bourges (Cher).

Un noyau également important dans la région de Cosne et de La Charité-sur-Loire (Nièvre).

Une commune dans le département de l'Indre.

4° Un foyer alsacien (environs de Wissembourg) de découverte récente (1952) qui est sans doute une extension de l'important foyer allemand de Bade-Rhénanie.

5° Il existe enfin un certain nombre de très petites taches éparses, d'origines mal définies dans le Vaucluse, le Jura, le Gard. La première d'entre elles fut découverte à peu près en même temps que le foyer méditerranéen de Mandelieu.

### Orientation générale des travaux.

La découverte du foyer du Lyonnais a fondamentalement modifié les données du problème posé par la présence de *Quadraspidiotus perniciosus* en France.

En effet, dans le foyer méditerranéen, le seul jusqu'en 1941, on pouvait espérer, profitant pour cela de son isolement de fait relatif, et grâce à une forte concentration de moyens, obtenir l'éradication totale du Pou de San José.

Le foyer du Lyonnais s'est au contraire, dès le début des investigations, manifesté comme assez diffus, constitué de très nombreuses petites taches, souvent non jointives, dans des vergers de peu d'étendue, voire dans des plantations d'amateurs, type d'infestation qui paraît trouver son origine dans les pépinières se livrant au commerce local, et qui auraient ainsi disséminé l'insecte bien avant qu'il ne soit reconnu dans la région. L'étendue du foyer primitivement circonscrit indiquait que l'infestation devait y être réalisée depuis un certain temps déjà (au moins depuis 5 ou 6 ans en prenant pour base l'intensité des encroûtements de Cochenilles observés en certains endroits). L'expérience ultérieure a démontré effectivement que les limites de la zone reconnue contaminée devaient être élargies à mesure que les prospections pouvaient être effectuées, celles-ci amenant la découverte de nouveaux points d'infestation. Par la suite, furent détectées les éclaboussures lointaines dont certaines à plus de 100 kilomètres. On ne pouvait donc dans ces conditions espérer obtenir l'éradication complète de l'espèce, du territoire, d'autant qu'il fallait bien considérer qu'entre temps, le Pou de San José avait pu s'établir sur certaines essences spontanées, notamment dans les haies (Aubépines), et que la pénurie de moyens de toute sorte due au blocus des hostilités, restreignit considérablement, pendant de longues années, les possibilités d'action.

Dès lors, les recherches devaient être orientées vers un travail de longue durée, vers la détermination de certains points essentiels, à savoir par exemple :

L'étude biologique, dans les conditions climatiques de la France, de l'insecte. Cycle évolutif, conditions d'hibernation, facteurs de mortalité, etc.

L'étude des rapports entre l'insecte et les végétaux-hôtes, avec

notamment la détermination de la réceptivité de diverses essences, cultivées ou non.

La mise au point de méthodes de lutte efficaces et pratiques susceptibles d'être facilement appliquées.

Les premières recherches avaient été entreprises dès avant la guerre, dans la région méditerranéenne à Mandelieu (Alpes maritimes) (P. NEPVEU). Considérablement retardées par les hostilités, elles furent reprises à partir de 1945 avec, cette fois comme point d'attache, la région de Lyon qui offrait des conditions plus propices à ces études, notamment du point de vue du climat qui se rapproche davantage du climat moyen français. Des observations de recoupement furent cependant poursuivies en divers autres foyers. Certains des résultats obtenus ont déjà fait l'objet de publications séparées (3, 32, 33, 43, 53, 54, 55, 56, 57, 58) et seront simplement résumés dans ce mémoire, qui constitue une mise au point sur l'état actuel de la question en France.

## I. — ÉTUDES BIOLOGIQUES

### A. — DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'INSECTE ET GÉNÉRALITÉS

On rappellera seulement que, comme pour toutes les Cochenilles Diaspines, la diagnose exacte du Pou de San José ne peut être effectuée que d'après des caractères microscopiques, et plus particulièrement ceux du pygidium de la femelle adulte : absence de glandes circumgénitales, présence de paraphyses, et surtout, présence de trois peignes extérieurs, courts et assez largement espacés (BALACHOWSKY 6).

Extérieurement, la femelle se présente comme un petit insecte jaune, de forme à peu près circulaire, recouverte d'un bouclier gris à gris noir.

Cette femelle est vivipare, et donne naissance à un nombre élevé de larves (fécondité d'ailleurs variable selon l'hôte -cf. plus loin). Ces larves néonates sont encore appelées couramment larves « mobiles » parce que, hormis les mâles adultes, lesquels sont ailés, elles constituent le seul stade mobile de l'espèce. Elles ne tardent d'ailleurs pas à se fixer, dans les quelques heures au plus qui suivent leur naissance, et à commencer la sécrétion du follicule. Ce dernier, blanc grisâtre les premiers jours devient assez rapidement gris franc, gris noir, en même temps que la larve commence à se développer.

Au bout d'un certain temps, cette larve de premier âge effectue une mue après laquelle on peut retrouver son exuvie au fond du bouclier lorsque l'on retourne celui-ci. Cette particularité permet de discriminer aisément les stades. C'est à partir de ce deuxième âge que commencent à se différencier morphologiquement les sexes : alors que les femelles pour-

suivent leur développement en quelque sorte normalement, leur follicule conservant sa forme circulaire cependant qu'elles grossissent, on voit au contraire les boucliers des mâles acquérir peu à peu une forme allongée, en même temps que l'insecte qu'il abrite se transforme successivement en pronymphe, nymphe, puis imago ailé.

Nous avons observé dans la région Lyonnaise, que le début du vol des mâles coïncide très sensiblement avec le début de la mue des larves de deuxième âge en femelles adultes. Comme pour la mue précédente, l'exuvie est rejetée au fond du bouclier et la distinction des stades en est facilitée. La fécondation a lieu vraisemblablement aussitôt cette dernière mue effectuée. La maturation sexuelle des femelles dure un certain temps. La parturition et l'éclosion des néonates peuvent, pour une même femelle s'étendre sur une durée de plusieurs semaines.

Le Pou de San José est une espèce ubiquiste, très polyphage (cf. plus loin) et eurymère. Il se fixe en général sur les tiges et plus particulièrement les tiges ligneuses ; mais sur certaines essences, il peut vivre et se développer sur fruits (poires, pommes), sur feuilles, et l'on a même pu l'élever sur racines de Pêcher (observation originale P. NEPVEU). Il est également capable de survivre et de se reproduire sur certaines plantes herbacées, telles que la Carotte (*Daucus*) ou le Fraisier (*Fragaria*).

## B. — CYCLE ÉVOLUTIF

### Méthode d'étude.

Du fait de la longue durée de la période de parturition des femelles, dès qu'il y a plusieurs générations successives, celles-ci se chevauchent l'une l'autre, ce qui rend très difficile l'étude du cycle évolutif par la seule observation directe.

Pour remédier à cet inconvénient, nous avons recouru à une méthode basée sur le dénombrement périodique des populations : ces dénombrements sont effectués à intervalles de 8 à 10 jours en période d'activité de l'insecte, à intervalles plus éloignés lors du repos hivernal. A chaque fois, une population d'au moins 500 insectes vivants est comptée (les morts sont dénombrés en même temps, mais comptés à part) et l'on note, sur ces 500 individus vivants, les proportions observées des divers stades évolutifs suivants :

Larve néonate (ou larve mobile).

Larve fixée de premier stade (avec, éventuellement, pour certaines observations, distinction entre les « boucliers blancs » et les « boucliers gris » ou « noirs »).

Larve fixée de deuxième stade.

Pronymphe de mâle.

Nymphe de mâle.

Mâle adulte. (Les follicules vides de mâles sont dénombrés à part, mais on considère comme l'indice du fait que les mâles ont pris leur essor, la présence de tels follicules vides. Ceux-ci tombent très rapidement après l'essor des mâles.)

La femelle adulte (avec éventuellement, distinction entre femelles jeunes venant de muer, femelles en gestation, et femelles en cours de parturition).

On considère que, à un moment donné, l'accroissement en proportion, par rapport au dénombrement précédent, de l'un quelconque des stades est l'indice du passage à ce stade de la population considérée. On peut ainsi déterminer les dates de passage aux divers stades et obtenir le schéma d'ensemble de l'évolution de la population en évitant les difficultés d'interprétation dues au chevauchement des générations (voir fig. 2). De plus, l'observation directe, assurée en quasi-permanence à certaines phases critiques (vol des mâles ou début de sortie des néonates par exemple) permet au besoin d'interpoler les données de cette étude statistique et d'obtenir davantage de précision.

### Caractère du cycle évolutif.

En France, et plus spécialement dans la région Lyonnaise où les observations ont été les plus nombreuses et les plus suivies, le Pou de San José présente fondamentalement un cycle à deux générations par an.

Les insectes qui, en raison du phénomène de diapause, se trouvent en fin d'hiver, tous au premier stade larvaire, commencent à muer au second stade, généralement vers la fin du mois de mars. Peu après cette mue, commencent à se différencier les follicules allongés des mâles ; ces derniers sont adultes vers la fin avril, et leur essor précède ou suit de très peu le début de la mue imaginale des femelles.

Ces femelles commencent à donner naissance à des larves vers fin mai-début juin. Ces insectes, constituant la première génération, se développent de la même manière et commencent à donner naissance à une deuxième génération à partir de fin juillet-début août. Mais les larves de cette deuxième génération, une fois fixées, entrent en majorité en diapause au premier stade larvaire et ne poursuivent pas plus avant leur développement ; elles passeront l'hiver sous cette forme. Toutefois, une certaine proportion, variable selon les années, peut continuer à se développer jusqu'à des stades plus avancés, et même, lorsque les conditions sont favorables, donner naissance à une troisième génération de larves mobiles.

Au tableau I nous donnons les dates d'apparition des divers stades de *Quadraspidiotus perniciosus* dans la région Lyonnaise, pour 10 années consécutives, d'après les comptages de populations effectués comme il a

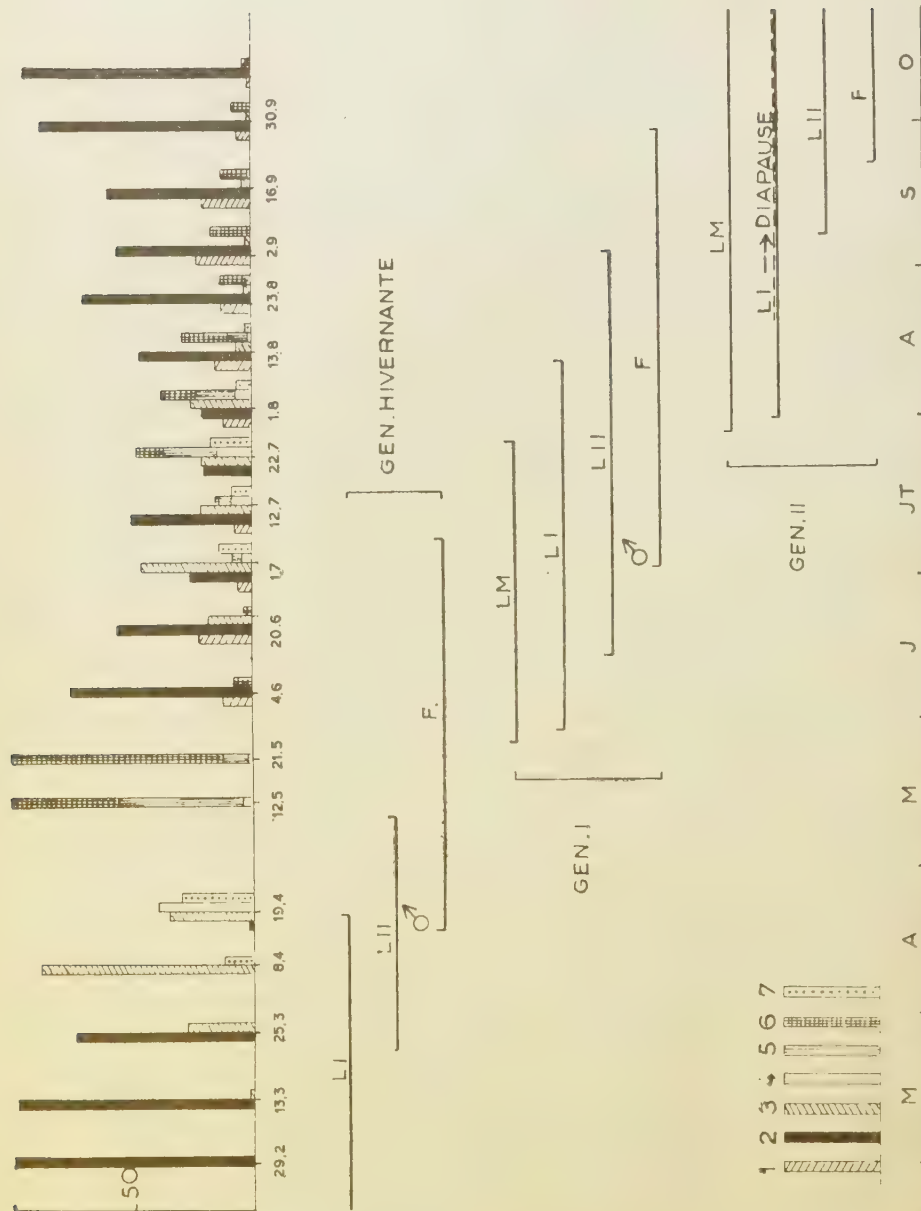


FIG. 2. — Schéma du cycle évolutif du *Pommuier* (variété Calville blanc) pour l'année 1952. 1 : Larves mobiles ; 2 : Larves de premier stade fixées ; 3 : Larves de deuxième stade ; 4 : Femelles jeunes ; 5 : Femelles en cours de maturation ; 6 : Femelles en cours de parturition ; 7 : Mâles (Pronymphes + nymphes seulement. Il n'est pas tenu compte dans les dénombrements des boucliers de mâles vides). Le signe ♂ indique la date de début du vol des mâles.

été dit plus haut, sur des échantillons de Pommier (Variété Calville blanc) prélevés dans la plantation expérimentale de Tassin (Rhône). A la figure 2, nous donnons à titre d'exemple, le schéma, déterminé par cette méthode, du cycle évolutif du Pou de San José en 1950, accompagné des résultats exprimés graphiquement des principaux dénombrements effectués en cours d'année.

TABLEAU I

*Cycle évolutif du Pou de San José dans la région Lyonnaise.  
Tassin (Rhône) sur Pommier Calville blanc — période 1946 à 1954.*

	Génération hivernante			1 <sup>re</sup> génération				2 <sup>e</sup> génération			3 <sup>e</sup> génération
	Sortie d'hivernation mue au 2 <sup>e</sup> stade	Vol des mâles	Mue au dernier stade	Éclosion des larves mobiles	Mue au 2 <sup>e</sup> stade	Vol des mâles	Mue au dernier stade	Éclosion des larves mobiles	Mue au 2 <sup>e</sup> stade	Mue au dernier stade	Éclosion des larves mobiles
1946		16/4	14/4	2/6	18/6	20/7	18/7	1/8	5/11		
1947	20/3	20/4	20/4	1/6	25/6	10/7	10/7	1/8			21/10
1948	10/3	19/4	13/4	22/5	18/6	12/7	12/7	7/8	3/9	20/9	
1949	26/3	20/4	23/4	8/6	24/6	20/7	15/7	8/8	10/9	1/10	26/10
1950	17/3	27/4	27/4	30/5	21/6	4/7	8/7	1/8		29/9	26/10
1951	26/3	30/4	2/5	8/6	5/7	20/7	17/7	12/8	25/9	29/10	
1952	23/3	15/4	15/4	24/5	13/6	4/7	30/6	25/7	6/9	21/9	24/10
1953	20/3	16/4	19/4	24/5	23/6	18/7	13/7	7/8	18/9	6/10	
1954	19/3	30/4	1/5	13/6	1/7	27/7	26/7	2/8	5/9		

On remarquera que, par le jeu combiné de la durée de parturition et de l'influence des conditions climatiques et microclimatiques diverses sur la durée des développements individuels, les populations sont déjà très hétérogènes à la fin de l'évolution de la première génération, si bien que la sortie des dernières larves néonates de première génération et celle des premières de deuxième génération en arrivent certaines années à se confondre. Au contraire le passage au deuxième stade des générations hivernantes, s'effectue, pour la totalité de la population, dans un laps de temps très bref (cf. plus loin).

En fait, le cycle-type, tel qu'il vient d'être décrit, est sujet à un certain nombre de variations. Certaines sont imputables à l'action du végétal-hôte (cf. plus loin). D'autres, toutes choses égales d'ailleurs, et précisément l'espèce-hôte, découlent des variations climatiques d'une année par rapport à l'autre. Nous avons schématisé ces variations à la figure 3.

Les années particulièrement chaudes, et lorsque l'arrière-saison est douce, permettent le développement et l'évolution complète de la frac-

tion de population de deuxième génération qui n'est pas entrée en diapause. On assiste alors à l'éclosion d'une troisième génération de larves mobiles. Cependant, dans la plupart des cas, l'apparition de celles-ci étant très tardive, elles ne sont pas en mesure d'évoluer jusqu'au stade

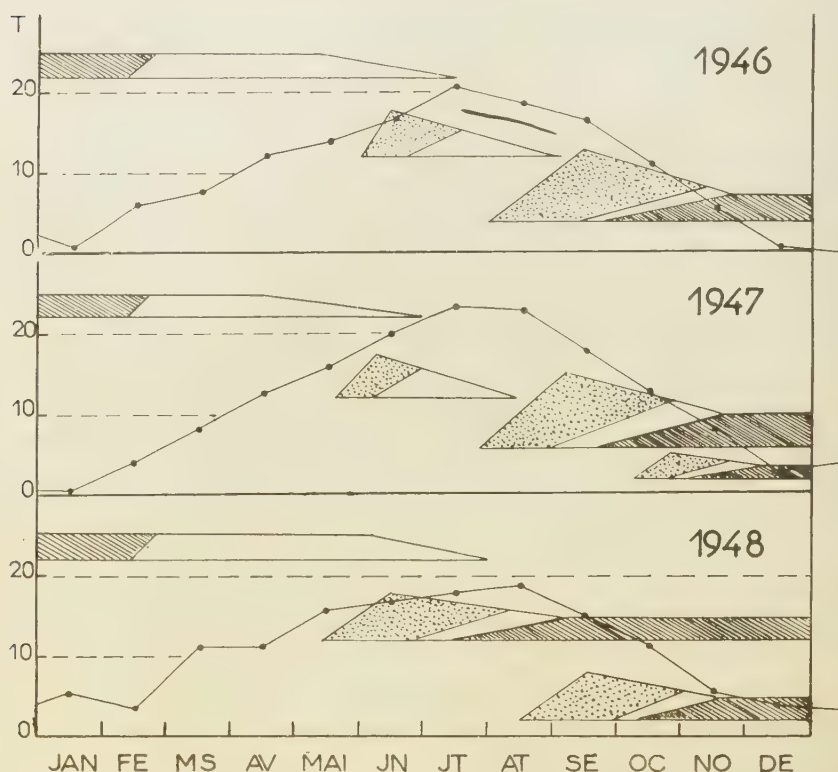


FIG. 3. — Schéma des variations du cycle évolutif du Pou de San José dans la région lyonnaise, en fonction des conditions climatiques. *En haut* : Année à caractères climatiques proches de la normale ; *au milieu* : Année chaude ; *en bas* : Année anormalement humide et fraîche. *En pointillé* : Stades mobiles ; *en blanc* : Stades fixés ; *en hachures* : larves de premier stade en diapause.

hivernant, et périssent. En fait nous n'avons constaté que rarement dans la région lyonnaise que les larves de troisième génération puissent atteindre le stade hivernant : le fait ne s'est produit qu'en 1949, année à caractère exceptionnel, et en 1952, pour une petite fraction seulement des larves de troisième génération. Il s'ensuit que l'importance économique de cette génération est fort réduite.

Certaines années, au contraire relativement fraîches, on constate qu'une proportion, dans certains cas importante de larves de première génération, entrait en diapause sans poursuivre son développement. Selon GEIER (17) la diapause des larves de première génération les plus

tardives serait, à partir de mi-juillet, un phénomène régulier au Tessin suisse ; mais il semble bien n'en être pas de même dans la région Lyonnaise où, si le phénomène se produit, il n'affecterait qu'une proportion négligeable de la population. Dans les observations auxquelles nous faisons allusion ici, la diapause se manifestait d'ailleurs de façon beaucoup plus précoce, et son apparition paraît, dans le Lyonnais, liée à l'intervention, après le début de la période de sortie des larves mobiles de première génération, de conditions climatiques défavorables au développement et notamment à un refroidissement de température important et prolongé. Nous l'avons observé pour la région de Lyon en 1948, puis, avec moins d'intensité en 1953 et à nouveau en 1954.

Dans le foyer du Centre de la France (Régions de Bourges et de Nevers), d'après les observations de recouplement qui ont été faites, le cycle évolutif du Pou de San José est à peu de choses près le même. Toutefois, les diverses phases du développement subissent, en particulier les années chaudes, un certain décalage, un certain retard par rapport à la région Lyonnaise, en raison de conditions climatiques plus tempérées. Ce retard a pu être chiffré à environ 8-12 jours pour Bourges et à 10-15 jours pour Nevers. De ce fait, l'apparition d'une troisième génération dans ces foyers, est tout à fait exceptionnelle.

Dans la région méditerranéenne au contraire (Vallée de la Siagne, Cannes) les conditions climatiques plus favorables permettent, au printemps, un départ plus précoce du Pou de San José : la mue au deuxième stade des hivernants peut être observée dès le 15-20 février. Il s'y développe par suite au moins une génération de plus que dans la région Lyonnaise, mais là encore cependant, dès la deuxième génération, une importante proportion de larves de premier stade entre en diapause. De plus, en raison de la clémence de l'hiver, l'apparition de larves mobiles peut parfois être relevée pendant sa presque totalité ; mais leur nombre est toujours fort réduit.

### C. — ÉTUDE DE QUELQUES POINTS PARTICULIERS DE LA BIOLOGIE

#### La diapause.

Le phénomène de diapause est très important : il a en effet pour conséquence d'interrompre le développement des insectes au stade où ils se montrent les plus aptes à survivre aux mauvaises conditions de l'hiver : alors que les autres stades meurent au froid, les températures de l'ordre de  $-30^{\circ}$ , même agissant durant une longue période ne font périr que 80 p. 100 des larves hivernantes de premier stade (KLEMM-26).

D'autre part, la diapause, lorsqu'elle intervient sur la première

génération, a pour effet de restreindre le nombre de femelles qui donneront des larves de deuxième génération, et a par là une influence notable sur la dynamique des populations, et par suite sur la nocuité du Pou de San José.

Nous avons brièvement signalé ci-dessus que l'entrée en diapause paraissait être provoquée par l'intervention de certaines conditions-climatiques, et notamment par les abaissements de température, du moins d'après ce qui a pu être observé dans la nature.

Une série d'expériences de laboratoire nous a permis de vérifier le rôle de la température dans le déclenchement de la diapause.

Le matériel expérimental fut constitué par des insectes élevés sur rameaux de Poirier d'un an d'âge, conservés par trempage de l'extrémité inférieure dans un milieu artificiel (liquide de SACHS) ; moyennant certaines précautions, et notamment celle d'aérer de temps en temps le liquide par insufflation, on peut, dans les conditions habituelles de température, conserver et maintenir ces rameaux en bon état pendant un temps suffisant au développement normal d'au moins une génération de Pou de San José.

Un certain nombre de ces rameaux, à raison de deux pour chacune des températures envisagées, furent donc contaminés, de la façon la plus uniforme possible, chacun d'eux recevant 100 à 150 larves mobiles. Il furent ensuite placés dans les divers compartiments d'une étuve à températures multiples, dans des conditions d'éclairement identiques et dans des conditions d'humidité relative très voisines (70 à 90 p. 100 selon les compartiments). L'évolution du Pou de San José à ces diverses températures était surveillée, et l'on notait les dates d'apparition des divers stades du développement, les insectes en diapause étant distingués notamment à la coloration nettement plus foncée tendant vers le noir, de leur follicule.

Les dates d'apparition des stades les plus marquants aux diverses températures sont données au tableau II, et les résultats d'ensemble des expériences, résumés ci-après :

*Température moyenne 9° environ.* — On peut noter une légère évolution, mais elle est extrêmement lente. Aucun insecte, de toute la durée de l'expérience (90 jours), ne dépassait le premier stade. La majorité demeure d'ailleurs au début du premier stade. On ne note pas de mortalité importante, au bout des 90 jours.

*Température moyenne 13° environ.* — Le développement est un peu plus rapide que pour le lot ci-dessus, mais il est suspendu à la fin du premier stade pour la presque totalité des larves. Seuls, quelques très rares individus (5 ou 6) procèdent à la première mue, au bout de 60 à 65 jours ; parmi ceux-ci, l'un commence à évoluer en mâle (allongement du follicule). Au bout de 90 jours, on ne notait pas encore d'autres mues que

TABLEAU II

*Développement et diapause du Pou de San José à diverses températures.  
(Contamination du 14 au 17 août.  
Fin d'expérience le 12 décembre 1950. Durée 90 jours.)*

Température	Dates d'apparition des divers stades							Durée du cycle	Observation
	Mâles				Femelle jeune	Nouvelles larves			
	L II	PN	N	Ad					
13-14° id.	10-12								2 individus seulement 100 p. 100 diapauses
16-17° id.	4-11 3-11	29-11							98 p. 100 diapauses 95 p. 100 diapauses
20-21° id.	6-10 9-10	9-10	16-10	21-10 19-10	19-10 16-10	13-11 16-11	57 jours 60 —		50 p. 100 diapauses —
25-26° id.	30-9	3-10	6-10	9-10	6-10 9-10	25-10 27-10	42 — 43 —		5 p. 100 diapauses —
31-32° id.	29-9	3-10 3-10	3-10 6-10	6-10	9-10 8-10	Végétaux morts avant la naissance de jeunes larves		Pas de diapause — —	

celles qui viennent d'être rapportées. La mortalité de 15 à 20 p. 100 survenue en cours de développement ne peut être considérée comme anormale.

*Température 16-17°.* — Les larves de premier âge évoluent nettement plus rapidement. La mue au deuxième âge intervient pour une partie des insectes après 35-38 jours et certains d'entre eux commencent leur évolution en mâles. Cependant, au bout de 90 jours, 90 à 95 p. 100 des Cochenilles demeurent encore au premier stade. La mortalité n'a pas été importante (10 p. 100).

*Température 20-21°.* Développement encore plus rapide. Les mues au deuxième stade commencent après environ 20 jours. Les adultes des deux sexes apparaissent après 35-37 jours, et au bout de 60 jours environ, on note le début de l'éclosion de larves mobiles d'une nouvelle génération. Toutefois, au bout de 90 jours, 40 p. 100 encore des Cochenilles demeurent au premier stade.

*Température 25-26°.* — Presque tous les insectes évoluent simultanément. La mue au deuxième âge et la formation des boucliers des mâles ont lieu après seulement 15-16 jours. Les adultes sont formés après 20-23 jours, et les jeunes larves de la nouvelle génération apparaissent au bout de 42 jours. Très peu de larves (5 p. 100) ont suspendu leur développement à la fin du premier stade.

*Température 31-32°.* — Développement également très rapide : la première mue intervient au bout d'environ 10 jours seulement ; mais une importante mortalité (50 p. 100) est alors observée. Les premiers

adultes apparaissent au bout de 19 à 21 jours. L'expérience ne put être poursuivie au delà par suite de la détérioration rapide et de la mort du support végétal.

*Température 38-40°.* — Cette température était très défavorable au support végétal qui put toutefois être conservé en relativement bon état pendant une quinzaine de jours. Ceci a permis d'observer que le développement des larves commence, mais qu'il s'effectue anormalement : les follicules sont irréguliers, blanchâtres et floconneux ; aucun insecte ne dépasse le premier stade larvaire et la mortalité à ce stade est totale en environ 10-12 jours.

Nous noterons tout de suite que, du point de vue bio-écologique, ces expériences nous fournissent déjà quelques indications : elles montrent en particulier que le seuil de développement du Pou de San José se situerait aux environs de 9-10° et que la zone des températures optima du développement est aux environs de 25 à 30° ; elles montrent d'autre part assez nettement que les températures élevées sont défavorables à la survie de l'insecte, phénomène sur lequel nous reviendrons plus loin.

Du point de vue de la diapause, ces résultats, bien que partiels, paraissent en accord avec ceux, jusqu'à présent connus des chercheurs suisses, et mettent nettement en évidence, les autres conditions étant égales, l'intervention du facteur thermique dans le déclenchement de la diapause, et notamment le fait qu'aux températures inférieures à 15° la proportion de larves entrant en diapause, tend vers 100 p. 100. Il faut noter cependant que d'autres facteurs interviennent sans doute : les travaux suisses ont par exemple mis en évidence l'action de l'éclairement et plus particulièrement de la photopériode ; il convient également de tenir compte d'une influence possible de l'hôte sur l'insecte.

Par contre, certains résultats, et notamment ceux obtenus aux températures que nous situons dans la zone de développement optima (25-25° et 31-32°) sembleraient indiquer la non existence d'un facteur « interne » inhérent à l'espèce. Bien qu'il convienne, en cette matière, de faire les réserves les plus prudentes, étant donné que ces expériences n'ont jusqu'à maintenant pas été poursuivies, on remarquera que le matériel qui a servi aux expériences que nous venons de rapporter, fut contaminé avec des larves provenant de la nature, larves déjà de deuxième génération, et que, en dépit de cette origine, il n'a été obtenu aux températures les plus élevées qu'une proportion très faible de diapauses. Le fait d'autre part que dans la nature, même les larves de première génération peuvent entrer en diapause lorsque les conditions climatiques sont défavorables, paraît aussi indiquer que le facteur génération ne joue pas de rôle important dans la détermination de cette diapause.

Une série d'observations effectuées dans les conditions de la nature, à Tassin, en 1948, met encore en évidence le rôle important des facteurs

climatiques dans le déterminisme de la diapause du Pou de San José.

De jeunes scions de Pommiers, cultivés en pots de terre, et préalablement reconnus indemnes de *Quadraspidiotus perniciosus* furent, dès le début des éclosions des larves mobiles de première génération, mis en contact, aux fins de contamination, avec des sujets fortement atteints. Cette contamination était réalisée successivement tant que durèrent les sorties de larves, pour douze paires de ces végétaux, chaque paire étant maintenue en contact avec l'hôte primitif pendant 5 à 7 jours. Dès après ce délai, l'un des végétaux de chaque paire était transporté en un endroit complètement ombragé toute la journée, l'autre étant au contraire maintenu en un lieu constamment ensoleillé.

La figure 4 indique les conditions climatiques qui ont présidé à cette expérience en même temps que la durée des contaminations successives. Au tableau III, sous les numéros correspondant à ceux de la figure, sont données, pour chacun des sujets d'expérience, les observations faites sur la population du Pou de San José qui s'y était fixée, ainsi que, dans les cas où elle a eu lieu, la date d'apparition des larves mobiles sur les sujets en question.

L'intervention des conditions climatiques dans la détermination de la diapause est nettement visible en premier lieu à la différence de comportement entre les populations laissées à l'ombre, et celles maintenues au soleil : chez ces dernières, la proportion d'insectes entrés en diapause est constamment inférieure (à l'exception bien entendu d'un cas où la diapause fut nulle sur le sujet maintenu à l'ombre). Mais il faut toutefois admettre ici que le facteur éclaircissement a pu intervenir et superposer son influence à celle des autres facteurs climatiques, notamment la température.

On notera par ailleurs une nette corrélation entre la proportion d'insectes entrés en diapause et les températures de la période correspondant aux premiers jours du développement des larves. Tout semble se passer en fait comme si le facteur thermique intervenait pour induire la diapause dans les 10 à 20 premiers jours du développement : ainsi, les larves qui s'étaient fixées entre le 6 et le 12 juin, malgré l'altération générale des conditions climatiques survenue à partir de fin juin, poursuivirent toutes leur développement (série 6). Au contraire, on note une importante fraction de diapauses chez les larves fixées entre le 6 juillet et le 13 juillet puis entre le 13 et le 20 juillet (séries 8 et 9) bien qu'à partir du 18 juillet, on ait pu noter une très sensible amélioration des conditions climatiques, le temps s'étant maintenu sec et chaud jusqu'aux environs du 10 août. La proportion d'insectes entrés en diapause chez les Cochenilles écloses et fixées au cours de cette dernière période de beau temps fut par ailleurs minime (séries 10 et 11).

Il faut remarquer que lors des éclosions des larves de seconde géné-

TABLEAU III

*Observations sur la Diapause dans les conditions naturelles de la première génération du Pou de San José. (Tassin-Rhône-1948).*

Exper. n°	Date de contamination	Mue en L II	Naissance des LM	Observations sur la diapause
1. Ombre .....	24.5 au 31.5	28.6	26.8	50 % de L I en diapause.
Soleil.....	id.	24.6	10.8	pas de diapause.
2. Ombre .....	31.5 au 6.6	30.6	28.8	50 % de L I en diapause.
Soleil.....	id.	26.6	15.8	pas de diapause.
3. Ombre .....	6.6 au 12.6	8.7	28.8	pas de diapause.
Soleil.....	id.	30.6	13.8	pas de diapause.
4. Ombre .....	12.6 au 18.6	18.7	1.9	40-50 % de L I en diapause.
Soleil.....	id.	87	20.8	10-15 % de L I en diapause.
5. Ombre .....	18.6 au 24.6	néant	néant	100 % de L I en diapause.
Soleil.....	id.	20.7	30.8	90 % de L I en diapause.
6. Ombre .....	24.6 au 30.6	5.8	non observé	90 % de L I en diapause.
Soleil.....	id.	1.8	22.9	50 % de L I en diapause.
7. Ombre .....	30.6 au 6.7	5.8	non observé	70 % de L I en diapause.
Soleil.....	id.	1.8	22.9	35 % de L I en diapause.
8. Ombre .....	6.7 au 13.7	5.8	19.10	40-50 % de L I en diapause.
Soleil.....	id.	2.8	29.9	20-25 % de L I en diapause.
9. Ombre .....	13.7 au 20.7	7.8	non observé	40-50 % de L I en diapause.
Soleil.....	id.	4.8	id.	20 % de L I en diapause.
10. Ombre .....	20.7 au 27.7			20-30 % de L I en diapause.
Soleil.....	id.			pas de diapause.
11. Ombre .....	27.7 au 5.8			20-30 % de L I en diapause.
Soleil.....	id.			pas de diapause.
12. Ombre .....	5.8 au 13.8			100 % de L I en diapause.
Soleil.....	id.			50-60 % de L I en diapause.

ration, les températures capables d'induire la diapause interviennent pour ainsi dire normalement sous nos climats. Il n'en est pas toujours obligatoirement de même à l'époque de l'éclosion des larves de première génération ; il faudrait donc, pour déterminer l'entrée en diapause d'une fraction importante de cette première génération, qu'intervienne après le début de l'éclosion des néonates, un abaissement de température sensible et prolongé. Il est d'ailleurs vraisemblable que selon les conditions locales ou micro-locales (notamment selon l'exposition au soleil) une petite part de la population entre plus ou moins régulièrement en diapause ; mais nous n'avons fait la constatation de diapause pour une importante proportion de la population de première génération que les années où se sont réalisées les conditions que nous venons d'indiquer, soit en 1948, 1953 et 1954.

Enfin, d'après ce que nous venons de voir, il ne semble pas que (dans la mesure où les conditions climatiques resteraient invariables dans le temps) la précocité ou au contraire le caractère tardif de l'apparition des larves, les prédispose plus ou moins à la diapause. En d'autres termes, les néonates d'une même génération (la première dans le présent cas) auraient autant de chances, qu'elles soient parmi les premières écloses

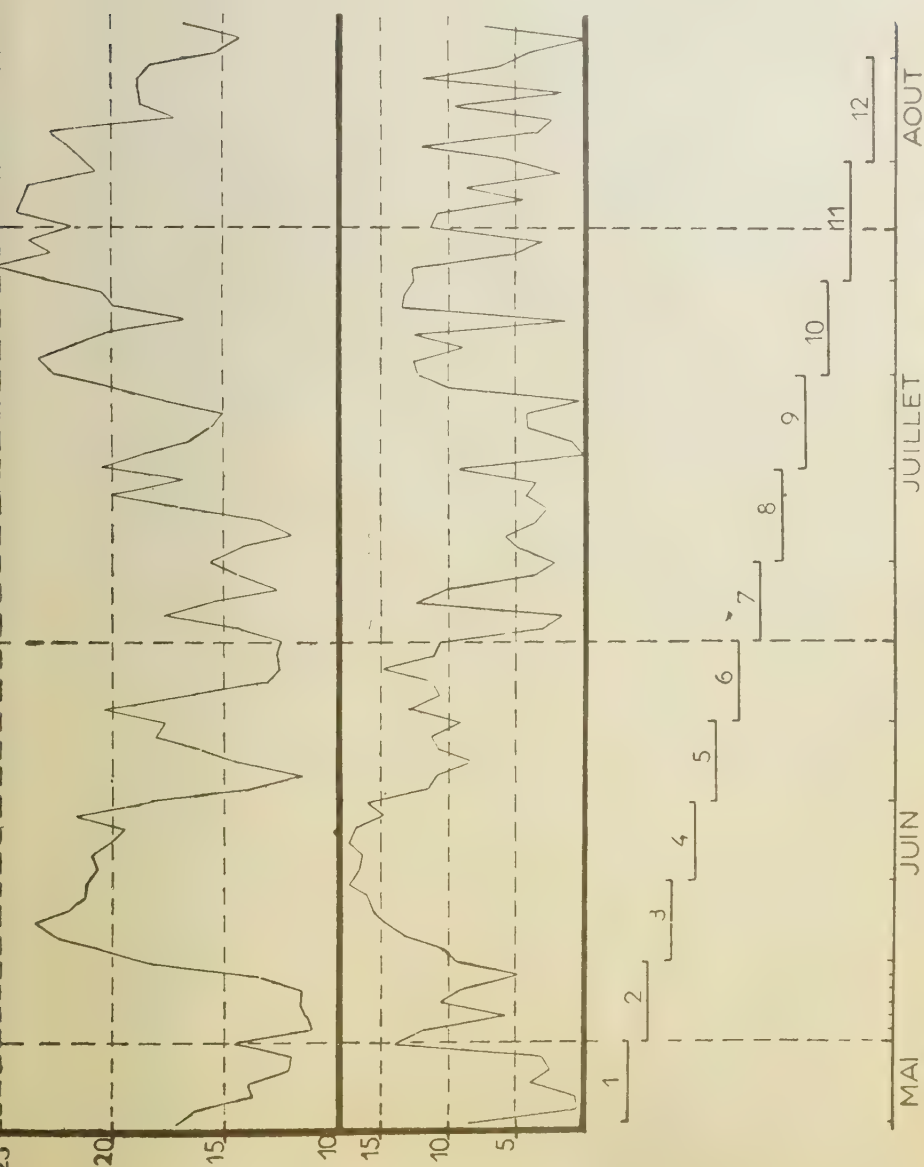


FIG. 1. — Expériences sur la diapause dans les conditions naturelles de 1948. Représentation graphique des conditions climatiques (en haut; Températures en °C; en bas; Insolation en heures) durant les contaminations successives. (Les minutes d'ordre de celles qui correspondent à ceux du tableau II.)

ou au contraire parmi les plus tardives, de poursuivre leur développement si les conditions climatiques s'y prêtent. Ce sont ces dernières qui, en la matière, paraissent le facteur déterminant essentiel.

### Hibernation.

Les observations de 10 années consécutives dans la région Lyonnaise, recoupées de constatations effectuées en d'autres régions de France (Centre, Bourgogne, Bresse) montrent que le stade hivernant fondamental de *Quadraspidiotus perniciosus*, est la larve de premier âge.

À la fin de la saison estivale, grâce à l'échelonnement des parturitions et au chevauchement des générations, les populations sont composées d'insectes à tous les stades de développement : la production de larves mobiles elle-même peut se poursuivre, dans la région Lyonnaise jusqu'en novembre, voire jusqu'en décembre, pour peu que les conditions climatiques le permettent.

Mais, à partir des premiers froids, exactement comme l'a décrit GEIER pour la Suisse (17) les stades les plus évolués commencent à périr, et seules demeurent les larves de premier stade, arrêtées à ce point de leur évolution, grâce au phénomène de diapause. Dans le même temps, périssent également les larves de premier stade les moins avancées telles que les larves au stade « bouclier blanc » qui n'ont pu atteindre le stade de diapause. Ce phénomène est attesté par les dénombrements de populations (voir fig. 5) : la proportion de larves de premier stade, rapportée à l'ensemble de la population vivante, passe assez rapidement aux environs de 100 p. 100, et s'y maintient à peu près tout l'hiver.

L'expérience suivante montre bien d'autre part que les larves les plus tardives ne sont plus en mesure d'hiverner, et qu'elles périssent : sur un même végétal, on a procédé à des contaminations successives, les emplacements de dépôt des jeunes larves étant isolés les uns des autres par un double anneau de coton, maintenu par un lien. On a cherché à réaliser des contaminations aussi uniformes que possible, groupant environ 200 à 250 larves au départ, pour chacune d'elles. Le dénombrement des insectes fut effectué au printemps suivant, après la mue au deuxième stade, isolément pour chacun des tronçons. Les résultats en sont indiqués au tableau IV, sur lequel apparaît nettement une forte diminution de la proportion d'insectes réussissant l'hivernage, à partir du 10 octobre ; au-delà du 20 octobre, pour l'année 1945, ici considérée, pratiquement plus aucun insecte n'a pu hiverner, bien qu'encore à cette époque, on ait pu assister dans la nature à des sorties de larves mobiles encore importantes parfois.

En règle générale cependant, un petit nombre d'individus, en général des femelles adultes peuvent, même dans la région Lyonnaise, survivre

assez longtemps en hiver. Il s'agit le plus souvent d'insectes en position abritée, sous des encroûtements de follicules anciens, ou encore à l'aisselle de bourgeons. Par rapport à l'ensemble de la population d'insectes vivants la proportion en est très généralement faible (1 à 2 p. 100 au maximum). L'expérience et l'observation démontrent d'ailleurs que ces femelles

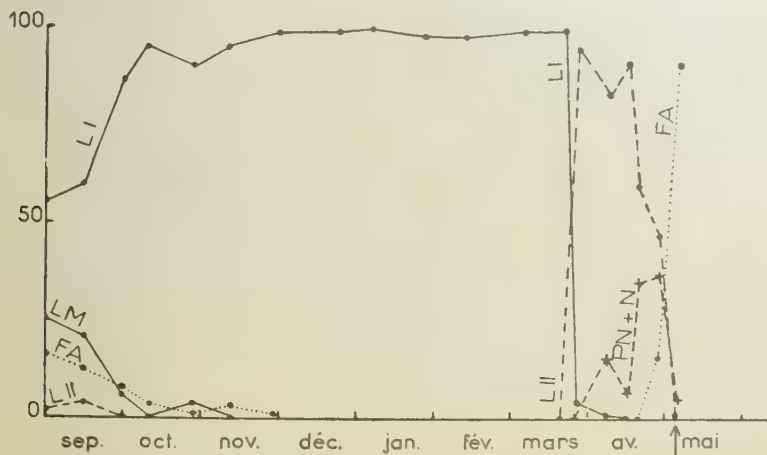


FIG. 5. — Hibernation du Pou de San José : Représentation graphique de la proportion par stades d'insectes vivants au cours de l'hiver et en fin d'hivernage (Hiver 1951-52. Tassin). — LM : Larves mobiles ; LI : Larves fixées de premier stade ; L II : Larves de deuxième stade ; PN + N : Pronymphes et Nymphes de mâles ; FA : Femelles adultes. — La flèche indique la date de début du vol des mâles.

périssent vers la fin de l'hiver, sans donner naissance à des larves car nous n'avons jamais noté d'éclosions prématurées de néonates pouvant être issues de telles femelles, avant la date normale d'apparition des larves nées des insectes qui ont hiverné au premier stade.

Même dans le foyer méditerranéen, où cependant, et en raison de la clémence du climat, l'évolution d'individus tardiifs peut se poursuivre assez avant dans l'hiver, on constate qu'en pleine saison hivernale, les populations sont aussi à base essentiellement de larves de premier stade. la proportion de femelles adultes survivantes au cours de l'hiver, est sensiblement plus élevée que dans les foyers plus septentrionaux, mais il reste que 90 p. 100 environ des individus sont des larves de 1<sup>er</sup> âge (voir fig. 6). L'hivernage cesse, comme il est normal plus tôt que dans le Lyonnais, et c'est dès mi-février que l'on observe la mue et le passage au deuxième stade, de ces larves.

En certaines régions d'Italie, on retrouve des conditions climatiques assez semblables à celles de la Côte d'Azur française : c'est approximativement le cas de la région du Lac de Garde, où R. PIERANTONIO (39) constate, pour la localité de Desanzano, la survie d'une proportion éga-

TABLEAU IV

*Influence de la date d'éclosion des larves du Pou de San José sur leurs possibilités d'hibernation (1946).*

Date de contamination	Nombre d'insectes relevés le 12.4.47						Total	Estimation de la proportion d'insectes ayant hiverné par rapport au nombre primitif de larves
	Vivants			Morts				
	L II	PN	N	L II	PN	N		
du 14.9 au 26.9.....	126	33	23	27	16		215	60-75 %
du 26.9 au 6.10.....	102	12	7	16	4	I	147	50-60 »
du 6.10 au 16.10.....	102	8	7	13	4		134	60-75 »
du 16.10 au 26.10.....	45	4		2	5		57	35-35 »
du 26.10 au 6.11.....	3						3	2-3 »
du 7.11 au 17.11.....	0						0	0 »

lement relativement importante de femelles en hiver, soit environ 10 p. 100 de la population d'insectes vivants; mais tous les autres insectes sont au stade de larve du 1<sup>er</sup> âge (1<sup>er</sup> février 1952). Ces constatations rejoindraient donc les nôtres. Toutefois, sur ce point, R. PIERANTONIO se trouve en contradiction avec R. GRANDORI dont les observations se rapportent à la région de Mantoue ainsi qu'à celle de Brescia. R. PIERANTONIO explique cette différence par le fait que l'hiver 1947-48 et l'hiver 48-49 au cours duquel GRANDORI fit ses observations, auraient été plus éléments que l'hiver 1951-1952 où il fit les siennes. Nous noterons pour notre part en outre que les observations de GRANDORI ont été faites en fin d'hiver (les premiers dénombrements qu'il rapporte datant du 16 janvier pour 1948 et au 14 février pour 1949 et font ressortir d'ailleurs une proportion appréciable de premiers stades). Or, un autre travail, celui de F. PEGAZZANO (37) nous indique que pour les régions en question, les indices de la première mue peuvent être perçus déjà vers la mi-janvier (14 janvier 1948). Il est donc plausible que le fait que les populations aient été, antérieurement aux observations qu'il rapporte, à base essentiellement de larves de 1<sup>er</sup> stade, ait pu échapper à GRANDORI.

F. PEGAZZANO considère donc que le stade hivernant fondamental est la larve de premier âge seule apte à survivre à un hiver rigoureux, malgré les exceptions présentées par certaines régions à climat favorable où l'on peut relever en hiver, jusqu'à parfois 20 p. 100 de femelles adultes survivantes. Les observations de P. GAMBARO, qui portent sur tout le cours de l'hiver, l'amènent à une conclusion identique.

Même les observations dues à PEGAZZANO et à CIAMPOLINI, rapportées dans son dernier travail par MELIS (30) tendent, en dépit de ce qu'il affirme, à confirmer cette vue : les deux observateurs constatent, en 1950, que le 10 janvier, la majorité des populations est au 1<sup>er</sup> stade (les proportions relevées par les deux observateurs étant respectivement de 92 et

98 p. 100 de premiers stades), le passage au deuxième stade s'est effectué aux environs du 7 février, et est chose accomplie pour la totalité des hivernants à la date du 8 mars 1950. Ces dates paraissent normales si l'on considère que la région de Lucques à laquelle se rapportent ces observations, est sensiblement plus méridionale que la région Lyonnaise par exemple, et qu'elle subit des influences méditerranéennes. Nous constatons d'ailleurs, la même année, dans la région de Cannes-Mandelieu en France (où nous considérons l'hivernation au 1<sup>er</sup> stade comme un fait) que les mêmes phénomènes se produisent sensiblement aux mêmes dates (voir fig. 6).

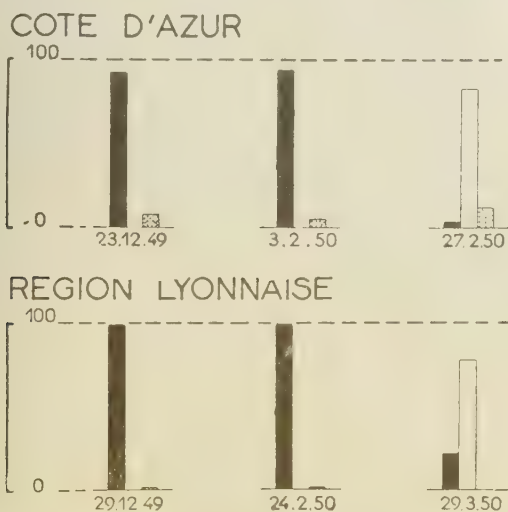


FIG. 6. — Comparaison entre les populations hivernantes dans le foyer méditerranéen (Cannes et Cagnes-sur-Mer) et le foyer lyonnais (Tassin). *En noir* : Larves de premier stade ; *en blanc* : Larves de deuxième stade ; *en pointillé* : Femelles. Remarquer le décalage d'environ un mois dans l'apparition des larves de deuxième stade.

MELIS conclut seulement que l'insecte « est plus fréquent à l'état de larve de premier stade durant la première partie de l'hiver, et plus fréquent à l'état de larve du second stade durant la deuxième partie de l'hiver », car il ne considère pas comme l'indice du début de la reprise du développement le passage du premier stade larvaire au deuxième. Ce point de vue paraît difficile à accepter, car l'on sait d'autre part que la possibilité pour l'insecte de muer après diapause et hivernage, au deuxième stade, est subordonnée au maintien pendant assez longtemps de températures supérieures à 10° (GEIER), conditions qui permettent, une fois le cap de la mue passé, le développement de l'insecte.

Nous n'avons procédé à cette étude comparative des travaux italiens

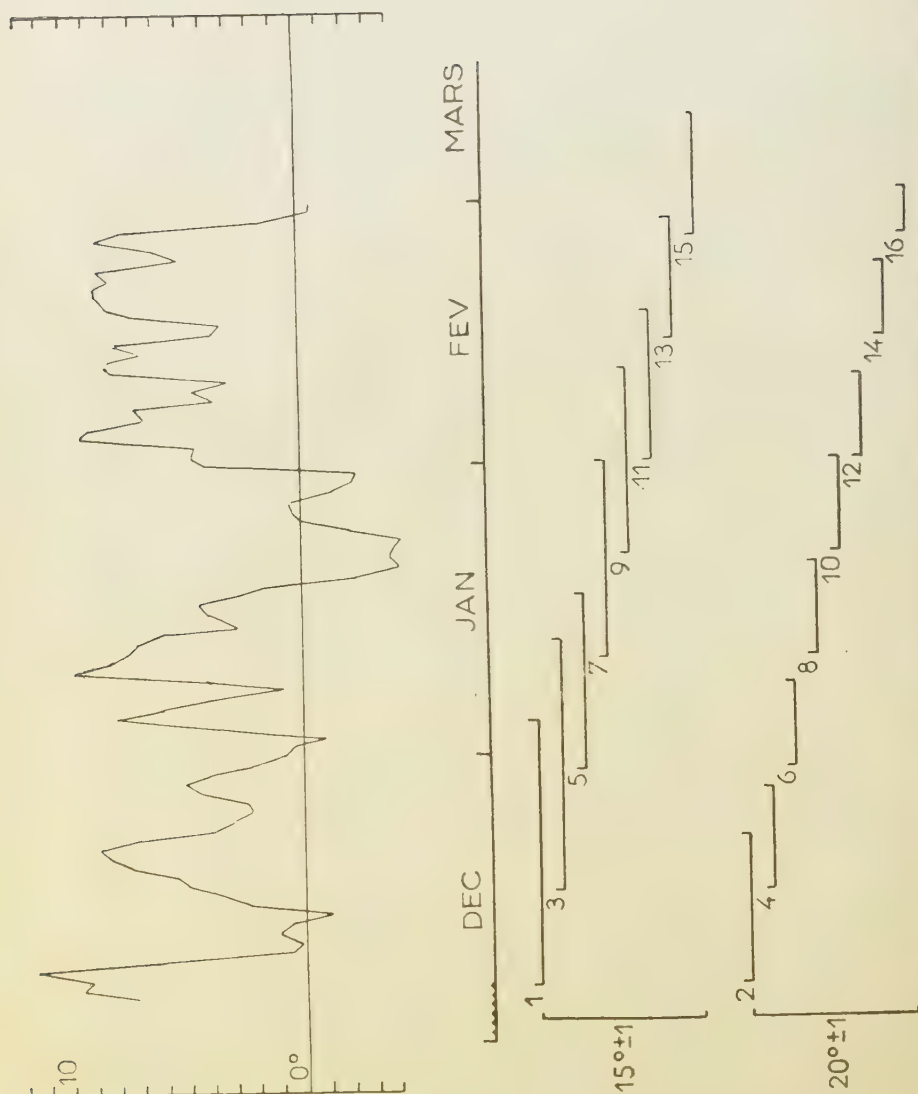


FIG. 7. — Durée de la mue au second stade de divers échantillons de populations de *Pou de San José* en fonction de l'époque du prélèvement, en diverses conditions de température. En haut : représentation graphique des températures moyennes journalières du lieu de prélèvement (l'assin). Les mues sont d'autant plus rapides que l'époque du prélèvement dans la nature a été plus tardive (Lassiu, 1949-1950).

de diverses écoles que pour permettre la confrontation de nos résultats avec ceux d'autres chercheurs opérant sous des climats voisins du nôtre, et notamment avec ceux de MELIS qui reste à l'heure actuelle le seul à indiquer que le Pou de San José hiverne normalement à un autre stade que la larve de premier âge, ce qui nous paraît difficilement explicable.

Nous admettons donc qu'en France comme pratiquement partout ailleurs *Quadraspidiotus perniciosus* hiverne comme larve de premier stade. On sait déjà comment la diapause intervient pour interrompre à ce stade, le plus résistant aux rigueurs de l'hiver, le développement des insectes ; d'autre part ce fait revêt une grande importance pratique : on lui doit sans doute que la destruction du Pou de San José en hiver (par les pulvérisations d'huiles minérales en particulier) est beaucoup plus aisée que celle d'espèces voisines qui, hibernant à des stades plus avancés (femelle par exemple) sont plus résistantes aux insecticides en raison pour une part vraisemblablement de la protection meilleure qui leur est conférée par leur follicule.

D'après GEIER, la diapause étant rompue vers fin novembre-début décembre, les insectes préparent activement leur mue au deuxième âge, mais s'arrêtent au seuil de cette mue, en raison de l'insuffisance des conditions de température ; on assiste alors à un regroupement des populations au stade préparatoire à la mue. Cette activité et ce regroupement semblent bien mis en évidence par les observations suivantes, au cours

TABLEAU V

*Délais de sortie d'hibernation et de mue au 2<sup>e</sup> stade chez le Pou de San José, en fonction des dates de prélèvement dans la nature et des températures.*

No des échantillons et date de mise en élevage	Echantillons impairs		Echantillons pairs	
	les mues		les mues	
	commencent après	sont terminées après	commencent après	sont terminées après
<b>A, Hiver 1949-1950, sur rameaux</b>				
	temp. 15° ± 1		temp. 20° ± 1	
1 et 2 : 6.12.49.....	21 jours	28 jours	7 jours	16 jours
3 et 4 : 16.12.49.....	18 —	27 —	6 —	11 —
5 et 6 : 39.12.49.....	15 —	18 —	5 —	9 —
7 et 8 : 10.1.50.....	16 —	21 —	2 —	11 —
9 et 10 : 21.1.50.....	10 —	20 —	5 —	10 —
11 et 12 : 1.2.50.....	9 —	16 —	5 —	9 —
13 et 14 : 13.2.50.....	9 —	14 —	4 —	8 —
15 et 16 : 24.2.50.....	7 —	13 —	3 —	5 —
<b>B, Hiver 1950-1951, sur végétaux en pots</b>				
	temp. 12-13°		temp. 17-18°	
1 et 2 : 1.12.50.....	22 jours	39 jours	9 jours	18 jours
3 et 4 : 21.12.50.....	18 —	32 —	7 —	15 —
5 et 6 : 11.1.51.....	12 —	22 —	6 —	13 —
7 et 8 : 31.1.51.....	9 —	20 —	5 —	14 —

desquelles nous avons d'ailleurs pu noter que les larves, dont le rostre est retiré du végétal lorsqu'elles sont à l'état de diapause, le réenfoncent au cours de cette période d'activité pour le retirer à nouveau au moment de la mue.

Des rameaux, prélevés périodiquement en hiver, dans la nature à intervalles d'environ 10 jours à partir du 6 décembre (en 1949) étaient placés en étuve, les uns à 15° de température, d'autres à 20°. Pour chacun des échantillons prélevés, des comptages périodiques de populations étaient ensuite effectués à intervalles de 2 à 3 jours à raison de 30 insectes examinés chaque fois, dont l'état de développement était noté. On a relevé les dates d'apparition de la première mue en larve de 2<sup>e</sup> stade, puis les dates où, d'après le résultat des observations effectuées, on estimait comme accomplie cette mue pour la totalité de la population. Ces résultats sont exprimés au tableau V et à la figure 7 où nous indiquons en outre les températures moyennes du lieu de prélèvement des échantillons (Tassin) pour la période considérée.

On constate en effet que plus le prélèvement a été tardif, plus rapide a été l'apparition de la première mue, et plus brève a été la période d'accomplissement de la totalité des mues, fait accusant bien l'existence d'une certaine évolution des larves qui les fait se regrouper au stade précédant immédiatement la mue. Cette particularité permet aux larves, lorsque les conditions climatiques au printemps redeviennent favorables, d'effectuer toutes leur mue au deuxième stade dans un délai très bref. (fig. 5).

### Recherches sur la parthénogenèse chez le Pou de San José.

L'hypothèse ayant été émise que le Pou de San José pourrait se reproduire par parthénogenèse (bien que le mode de reproduction sexuée reste le mode normal) ce point particulier méritait d'être étudié et examiné sous le climat français. La reproduction parthénogénétique a en effet été signalée chez des Diaspines assez voisines : *Aspidiotus hederae* (SCHRAEDER et THOMSEN), *Epidiaspis betulae*, *Quadraspidiotus pyri* et *Quadraspidiotus oestraciformis* (GOETHE). La question pouvait d'autre part présenter dans le cas du Pou de San José, un intérêt pratique, car en l'absence de reproduction parthénogénétique venant se substituer au mode normal, on pouvait par exemple envisager une méthode de lutte par traitements dirigés spécialement contre les mâles.

Plusieurs séries d'expériences ont été effectuées. Le matériel utilisé pour ces travaux fut constitué par des drageons racinés de Pommier « Paradis » porteurs de Pou de San José, qui furent prélevés en fin d'hiver, donc à une époque où les seuls insectes vivants étaient des larves de premier stade. La partie inférieure de ces rameaux était soigneusement débarrassée de Cochenilles sur une longueur de 6 à 7 cm et isolée de la

partie supérieure par un coton ligaturé. Les rameaux ainsi préparés étaient conservés en liquide de SACHS, et placés à l'étuve à 20°, chacun d'eux étant coiffé d'un capuchon isolant fait de cellophane montée sur une armature de carton souple.

Les rameaux étaient journellement examinés, et les mâles étaient détruits à chaque examen, dès que leur discrimination devenait possible, c'est-à-dire dès que l'on percevait l'allongement de leur bouclier ; donc, en tout cas, bien avant qu'il ne parviennent à leur complet développement. Des témoins sont ménagés sur lesquels les mâles étaient conservés. Dans une première série toutefois, destinée à la mise au point de la méthode nous n'avions pas ménagé de témoins, et nous avons fait les observations suivantes :

— 29. 12. 49. Mise à l'étuve à 20° de quatre rameaux de Pommier infesté par le Pou de San José.

— du 12. 1. 50 au 2. 2. 50. Mue au 2<sup>e</sup> stade et apparition progressive des mâles. Ceux-ci sont détruits au fur et à mesure de leur individualisation.

— 8. 2. 50. Fin de la première mue pour les femelles.

— 27. 2. 50. On constate que les femelles se développent normalement. Pas de larves mobiles.

— 13. 3. 50. Plusieurs femelles sont disséquées. Leur corps adipeux est peu abondant. Les ovaires ne présentent aucun symptôme de développement. On peut distinguer des ovocytes non fécondés. Toujours pas d'apparition de larves mobiles sur les rameaux.

— 27. 3. 50. Les femelles sont encore vivantes. Pas de larves mobiles.

— 13. 4. 50. Mêmes observations. Fin de l'expérience.

Donc, 54 jours après la mue des dernières femelles, on ne notait pas encore d'apparition de néonates, alors que, d'après ce qui a été vu par ailleurs, le délai normal à cette température, entre la dernière mue des femelles et l'apparition des premières larves mobiles est au maximum de l'ordre de 30 à 35 jours.

Il est rendu compte d'une seconde série d'expériences effectuée la même année, dans des conditions semblables, au tableau VI. Là encore, 65 jours après la fin de la mue des femelles, on n'avait encore observé l'apparition d'aucune larve mobile sur les échantillons privés de mâles, alors que sur les témoins, elles étaient apparues 24 jours après les dernières mues en femelles. Sur l'un des échantillons toutefois (l'expérience en comptant quatre) on avait noté la naissance de quelques néonates mobiles, mais un examen attentif effectué alors permit de déceler l'existence de deux mâles qui avaient échappé à la destruction.

Enfin, une troisième série d'expériences effectuée l'année suivante, a donné lieu à des observations analogues, rapportées au tableau VII.

Nous estimons à 150-180 femelles au minimum, le nombre total des femelles qui dans ces expériences, furent soustraites à la fécondation. Il en ressort que la parthénogenèse, même facultative, paraît bien n'être pas possible chez *Quadraspidiotus perniciosus*, ce qui confirme bien d'ailleurs les résultats sur le même sujet, des chercheurs Suisses. La méthode utilisée, en dépit d'erreurs possibles comme celle que nous

TABLEAU VI

*Etudes sur les possibilités de parthénogenèse chez le Pou de San José :  
2<sup>e</sup> série d'expériences.*

Dates	Observations sur rameaux débarrassés des mâles	Observations sur rameaux témoins
14.2.50	Mise à l'étuve à 20-21°, des rameaux porteurs de Pou de San José (50 à 60 larves de 1 <sup>er</sup> stade sur les échantillons d'expérience, environ 20 sur l'échantillon témoin).	
du 23.2.50 au 11.3.50	Mue au 2 <sup>e</sup> stade. Suppression des mâles au fur et à mesure qu'ils sont discernables.	Mue au 2 <sup>e</sup> stade. Les mâles sont conservés.
9.3.50		Premiers vols de mâles.
15.3.50	Fin de la mue des femelles.	Fin du vol des mâles et fin de la mue des femelles.
22.3.50	Les femelles poursuivent leur développement. Leurs boucliers sont clairs et floconneux. La dissection de quelques unes d'entre elles laisse voir des grappes d'ovocytes blancs opaques, non fécondés.	Les femelles poursuivent leur développement. Leurs boucliers sont de couleur normale gris-cendré. La dissection de 2 femelles laisse voir des ovaires avec œufs déjà très développés, de couleur jaune.
27.3.50	Les femelles sont toujours vivantes.	
7.4.50	Femelles toujours vivantes. Pas de néonates.	Apparition des premiers néonates.
13.4.50	— <i>idem</i> —	Les larves mobiles pullulent. Les fixations sont nombreuses.
24.4.50	— <i>idem</i> —	Encore production de larves mobiles.
17.5.50	Fin de l'expérience. Le végétal commence à se dessécher. Quelques femelles encore vivantes. Toujours pas de larves mobiles.	

TABLEAU VII

*Etudes sur les possibilités de parthénogenèse chez le Pou de San José :  
3<sup>e</sup> série d'expériences.*

Dates	Observations sur rameaux débarrassés des mâles	Observations sur rameaux témoins.
12.12.50	Mise à l'étuve à 18° de rameaux porteurs de Pou de San José (80 à 100 larves de 1 <sup>er</sup> stade sur les échantillons d'expérience, environ 20 sur l'échantillon témoin.)	
du 8.1.51 au 19.1.51	Mue au 2 <sup>e</sup> stade. Suppression des mâles au fur et à mesure qu'ils sont discernables.	Mue au 2 <sup>e</sup> stade. Les mâles sont conservés.
2.2.51	Mue au stade adulte des femelles. Celles-ci avec bouclier de couleur claire, floconneux.	Plein vol des mâles. Mue au stade adulte des femelles.
19.3.51		Apparition des premiers néonates.
24.3.51	Pas d'apparition de larves mobiles notées jusqu'à présent. Toutes les femelles sont plus ou moins apparentes et pointent de dessous leur bouclier, lequel est de couleur claire, parfois floconneux ; les femelles continuent à sécréter des filaments donnant cet aspect au follicule. Toutes les femelles encore vivantes sont disséquées à cette date et leurs ovaires examinés. On ne trouve chez aucune d'œufs fécondés.	Les sorties de larves mobiles se poursuivent. Nombreuses fixations. Le bouclier des femelles est normal, de nuance gris-foncé.

avons signalée dans notre deuxième série d'expériences, nous paraît fournir le maximum de garanties quant à la non-lécondation des femelles, davantage sans doute que la méthode par isolement individuel sous mousseline de femelles, comme l'ont pratiquée les chercheurs Autrichiens. De fait, les résultats obtenus par ces derniers les amènent à conclure à la possibilité de la reproduction parthénogénétique chez le Pou de San José (36). Il est vrai que la possibilité ne peut être *a priori* exclue de l'existence de certaines lignées qui, dans certaines conditions, pourraient se reproduire parthénogénétiquement.

Nous avons pour notre part noté que les femelles non fécondées, bien que capables par ailleurs de poursuivre leur développement, et de survivre longtemps, paraissaient présenter un certain nombre de troubles physiologiques. Par exemple, au cours de la période correspondant chez les femelles normales, à la parturition, alors que ces dernières sont rétractées, de forme générale circulaire, et que les plis de leur abdomen sont bien visibles au microscope, les femelles non fécondées sont au contraire en extension complète, leur corps affecte de ce fait une forme ovoïde, leur pygidium pointe souvent au dehors sous le bouclier, et celui-ci est même parfois complètement soulevé ; elles sont par ailleurs de couleur plus claire, flatulentes, et quelque peu translucides.

## II. — FACTEURS LIMITANTS DES POPULATIONS

Parmi les facteurs qui, dans une mesure variable, interviennent pour freiner le développement des pullulations de *Quadraspidiotus perniciosus*, il conviendrait de mentionner en premier lieu l'influence propre de la plante-hôte sur le ravageur. Cette question étant étudiée en détail au chapitre suivant, nous n'examinerons ici que l'action de divers autres facteurs limitants sur des populations de Pou de San José hébergées par les hôtes les plus importants, ceux qui permettent à l'insecte un développement en quelque sorte normal, c'est-à-dire en particulier, les arbres fruitiers.

### A. — FACTEURS CLIMATIQUES

#### Mortalité hivernale.

La résistance du Pou de San José aux conditions climatiques extrêmes de l'hiver, est assez grande : POROVA (41) note qu'à l'état de larve de premier stade, il est capable de survivre à des températures de l'ordre de  $-30^{\circ}\text{C}$ , 80 p. 100 environ seulement des hivernants étant détruits.

Dans les conditions des hivers normaux de la région Lyonnaise, la

mortalité hivernale est relativement faible, de l'ordre de 15 à 20 p. 100, souvent moins. Elle est de plus relativement stable : la proportion de larves de premier stade mortes par rapport au total des larves de premier stade, relevée par dénombrements échelonnés tout au long de l'hiver, varie peu (fig. 8). Ce n'est qu'à partir de la fin de l'hiver, que l'on note régulièrement, une aggravation sensible des taux de mortalité constatés. Cet accroissement de mortalité est dû sans doute au fait que se prépare la mue au second stade des hivernants. Par elle-même cette mue constitue une phase critique de la vie de l'insecte et son accomplissement s'accompagne d'une certaine mortalité ; mais de plus, il faut considérer que les larves de second stade ainsi formées, sont plus sensibles que les larves de premier stade aux variations de température, qui, à cette époque de l'année, peuvent être encore brusques et d'assez grande amplitude.

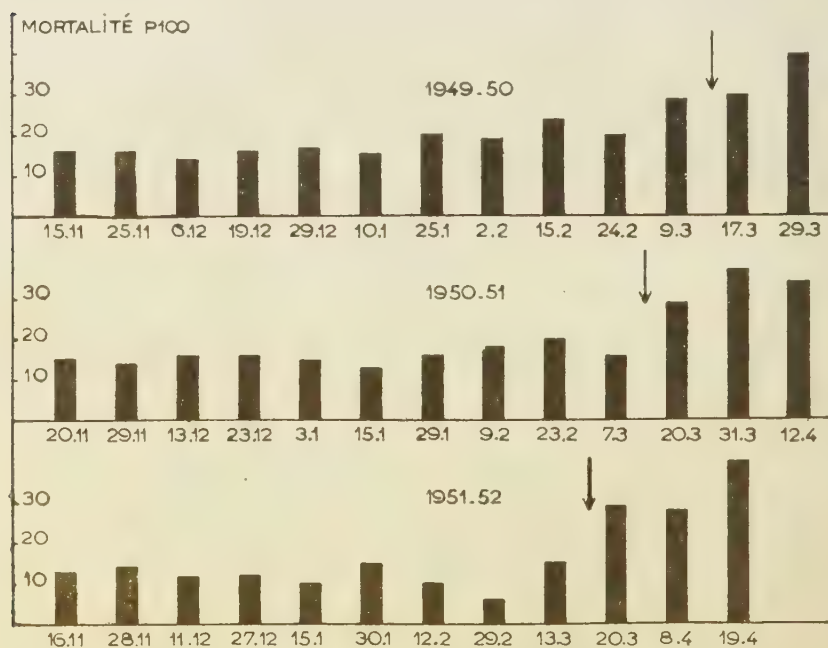


FIG. 8. — Mortalité hivernale du Pou de San José d'après dénombrements successifs. Ces dénombrements n'intéressent que les larves de premier stade, et à partir du début des mues, également les larves de deuxième stade. La flèche indique le début de la mue au second stade.

Pour des raisons sans doute de même ordre, la mortalité est, au cours de l'hiver sensiblement plus élevée sur le littoral méditerranéen que dans la région Lyonnaise : les températures plus douces favorisent la survie d'une proportion plus importante de stades autres que le premier, moins résistants aux variations climatiques ; de jeunes larves peuvent prendre naissance au cours même de l'hiver, et sont vouées à

la destruction lorsque la température vient à s'abaisser. Les résultats de relevés effectués au cours de l'hiver 1949-50 mentionnés au tableau VIII illustrent cette différence dans la mortalité hivernale selon la région. A noter que dans le cas présent, pour tenir compte des caractéristiques des populations du Midi, les dénombrements effectués intéressent non plus seulement les larves de premier stade, mais la totalité de ces populations.

TABLEAU VIII

*Mortalité hivernale de Quadraspidiotus perniciosus  
sur le littoral méditerranéen (calculée sur la totalité des populations).*

Lieu et date de prélèvement	Insectes vivants.	Insectes morts	Mortalité	Mortalité relevée à la même époque sur pommier « Calville-Blanc » à Tassin (Rhône)
Cagnes-sur-Mer 23.XII.49 (Poirier) .....	500	526	51,2 p. 100	21,2 p. 100
Cannes 9.II.50 (Pommier).	200	555	73,5 p. 100	25,9 p. 100
Mandelieu 27.II.50 (Poirier).	300	245	44,8 p. 100	20,1 p. 100

La diapause, lorsque, dans les circonstances que nous avons décrites, elle se produit chez la première génération, paraît aggraver la mortalité hivernale. En effet, lors d'observations consécutives aux expériences de 1948 sur la diapause, relatées plus haut, nous avons constaté en 1949, au début de l'été suivant, une pullulation abondante de Pou de San José, sur les premiers sujets mis en contamination (où l'on se rappelle que la diapause en première génération avait été faible ou nulle) ; les pullulations étaient au contraire beaucoup moins fortes sur les végétaux où une importante proportion de larves de première génération était entrée en diapause. En fait, une seule génération de Pou de San José, ou à la rigueur une seconde génération très partielle seulement s'étaient développées sur ces sujets, contre deux générations sur ceux porteurs de populations n'ayant pas subi la diapause en première génération ; mais ce fait à lui seul ne paraît pas constituer une explication complète du phénomène, car, chez des végétaux contaminés ultérieurement, en août 1948, avec des larves de deuxième génération, où par conséquent une seule génération également s'était développée et où cette génération avait en partie subi la diapause, on notait cependant au début de l'été 1949, une pullulation également abondante, et une faible mortalité. Un dénombrement détaillé effectué à la date du 22 juin 1949, alors que commençaient les toutes premières éclosions de larves de la génération issue des hivernants, donnait par exemple les résultats suivants :

a) Pour un sujet contaminé du 18.6.48 au 24.6.48 (série 5 du ta-

bleau III) et maintenu par la suite à l'ombre, sur lequel la totalité des larves de première génération étaient entrées en diapause, on dénombrait le 22 juin 1949.

Femelles : Vivantes	27	Mortes	8	Total .....	35
Mâles : Vivants	6	Morts	2	— .....	8
L II :		Mortes	7	— .....	7
Total des insectes ayant dépassé le premier stade .....					50
L I		Mortes		.....	64

b) Pour un sujet contaminé du 16 au 22 août 1948 avec des larves de deuxième génération et maintenu par la suite dans les mêmes conditions que le végétal précédent :

Femelles : Vivantes	74	Mortes	9	Total .....	83
Mâles : Vivants	68	Morts	8	— .....	76
L II :		Mortes	4	— .....	4
Total des insectes ayant dépassé le premier stade .....					163
L I		Mortes		— .....	20

C'est-à-dire, dans le premier cas, 56 p. 100 d'insectes n'ayant pas survécu à l'hivernage et morts à l'état de larve du premier stade, contre seulement 11 p. 100 dans le second cas.

### Mortalité estivale.

En période d'activité, la mortalité du Pou de San José subit d'importantes variations. L'espèce paraît supporter, sans accroissement notable du taux de mortalité, les longues périodes de pluies et de températures estivales basses. Nos observations à ce sujet concordent avec celles des chercheurs suisses notamment. Le mois de mai 1951 par exemple fut caractérisé par une température relativement basse, notamment durant les deux premières décades (moyenne générale du mois à Lyon 12,85°C) et une forte humidité (H. R. moyenne 71,5 p. 100 ; total de précipitations 121 mm en 19 jours de pluie dont 8 pour la seule première décade) ; les dénombrements couvrant cette période ont, en ce qui concerne la mortalité, fait ressortir les résultats suivants, (sur Pommier Calville Blanc de la plantation expérimentale de Tassin) :

	Mortalité
21 avril 1951 .....	31,9 p. 100
2 mai 1951 .....	28,4 p. 100
16 mai 1951 .....	24,6 p. 100
28 mai 1951 .....	26,4 p. 100
5 juin 1951 .....	25,5 p. 100

Au contraire les températures élevées, ainsi que nous avons déjà pu le mettre en évidence lors d'expériences relatées ci-dessus, provoquent la mort d'une importante proportion d'insectes, surtout parmi les stades jeunes, et en particulier lorsqu'elles sont assorties d'une humidité relative de l'air faible.

En mai 1947 par exemple, la deuxième quinzaine de juillet fut exceptionnellement chaude et sèche, les températures moyennes s'étant maintenues pendant plus de 10 jours au niveau d'environ 30° avec des maxima de l'ordre de 40° et plus, et une humidité relative parfois sensiblement inférieure à 40 p. 100. Il en résulta une très importante mortalité qui pouvait être constatée lors des dénombrements de populations ultérieurs. Cette mortalité s'est par ailleurs révélée supérieure sur les secteurs de troncs ou de branches orientés sud et sud-ouest, donc directement insolés aux heures les plus chaudes : un comptage effectué par exemple à Tassin le 27 juillet 1947 sur une longueur de 30 cm sur un jeune tronc de Pommier, donnait les résultats suivants :

Sur la moitié constituée par les secteurs orientés au nord et au nord-est : 54 insectes vivants pour 148 morts soit 3 morts pour 1 vivant environ.

Sur la moitié constituée par les secteurs orientés au sud et sud-ouest : 52 insectes vivants soit 5 morts pour 1 vivant.

Un autre dénombrement effectué sur le même végétal le 4 septembre sur une autre partie du tronc, donnait :

Secteur nord et nord-est : 148 insectes vivants et 45 morts soit environ 1 mort pour 3 vivants.

Secteur sud et sud-ouest : 86 insectes vivants et 108 morts, soit environ 5 morts pour 4 vivants.

Pour la même raison, la mortalité notée au cours de l'été 1949 fut très élevée, atteignant fin août 50 p. 100 et plus de la population globale.

Les taux de mortalité notés au cours des étés 1951 et 1952 qui furent du point de vue climatique fortement dissemblables, illustrent encore cette action limitante des fortes chaleurs. La température en 1951 était, dans la région Lyonnaise, sensiblement proche de la normale, et fortement humide, tandis que l'année 1952 fut chaude et très sèche. Nous donnons au tableau IX les taux de mortalité relevés durant ces deux étés, taux calculés d'une part sur la population globale, et d'autre part sur les représentants de chacun des stades I, I, I, II et femelle (ces derniers n'ont toutefois pas été calculés dans les cas où ces catégories comptaient, dans l'échantillon de population considéré, moins de 10 p. 100 de représentants). On voit que la mortalité fut très élevée en 1952, alors qu'elle est au contraire faible l'année précédente. D'une façon générale, d'autre part, les stades jeunes semblent particulièrement touchés.

On manque encore d'expériences et d'observations précises, pour que l'on puisse préciser quelle est, en fonction du climat la nocuité du Pou de San José. Étant données les possibilités de résistance de l'espèce à des conditions climatiques extrêmes, l'utilisation d'une isotherme annuelle pour définir l'aire d'extension de *Quadraspidiolus perniciosus* ainsi que le fait KAWECKI (24) apparaît comme une notion nettement insuffisante.

On peut cependant noter que, dans les conditions naturelles, une mortalité estivale élevée, due à de fortes chaleurs, est compensée d'une part, dans une certaine mesure, par un abaissement du taux de mortalité

TABLEAU IX

*Mortalité estivale de Quadraspidiotus perniciosus à Tassin (Rhône)  
sur Pommier « Calville Blanc ».*

Dates	Global	Taux de mortalité (p. 100)		
		L I (Mobiles + fixées)	L II	Femelles
1 <sup>o</sup> 1951 :				
14 juin .....	14	5,5	—	16,3
27 juin .....	11,8	8,2	—	6,6
10 juillet .....	16,1	13,1	17,0	—
19 juillet .....	22,5	24,4	10,5	—
31 juillet .....	21,0	26,6	19,0	15,1
7 août .....	19,0	15,2	38,0	12,4
22 août .....	19,8	15,9	23,0	21,0
3 septembre .....	19,9	11,9	—	32,1
12 septembre .....	11,9	10,3	—	—
2 <sup>o</sup> 1952 :				
18 juin .....	11,7	10,3	—	—
1 <sup>er</sup> juillet .....	21,5	25,5	16,6	—
12 juillet .....	58,9	53,9	49,9	—
22 juillet .....	38,0	55,8	40,6	21,8
1 <sup>er</sup> août .....	66,5	74,5	65,0	52,5
22 août .....	31,6	26,2	71,0	38,5
2 septembre .....	44,0	35,1	—	52,5
16 septembre .....	28,8	20,4	—	—

parasitaire (59) et d'autre part par une vitesse de développement plus rapide, une fécondité sans doute plus élevée des femelles, et par l'existence d'un nombre plus élevé de générations. L'entrée en diapause d'une fraction de la première génération dans certaines conditions de fraîcheur et d'humidité estivales est aussi de nature à réduire considérablement les pullulations. Il s'ensuivrait que le Pou de San José se multiplierait mieux et plus rapidement dans des conditions de chaleur assez forte, et qu'il est à considérer essentiellement comme un ravageur des zones tempérées chaudes. Il semble toutefois que l'on puisse affirmer que la nocuité du Pou de San José n'est pas directement fonction du nombre de générations pouvant prendre naissance ; s'il est vraisemblable qu'elle ne soit guère importante que dans les régions ou sous les climats qui permettent le développement d'au moins deux générations annuelles, il apparaît également qu'elle ne soit guère moindre sous les climats permettant le développement de ces deux générations seulement que sous ceux qui favorisent l'éclosion de plusieurs autres générations.

## B. — ENNEMIS NATURELS

L'essentiel des observations effectuées en France sur les ennemis naturels du Pou de San José, a déjà fait l'objet de plusieurs publications (3,7,43,50) et nous ne revenons sur ce sujet que pour résumer brièvement les conclusions déjà effectuées.

Dans la région Lyonnaise, plusieurs Hyménoptères Chalcidiens ont été notés comme parasites du Pou de San José ; il s'agit d'espèces indigènes qui se sont adaptées à ce nouvel hôte, dès les premières années de son apparition ; les plus importants sont *Aphytis proclia* WALK et, dans une moindre mesure, *A. mytilaspidis* LE BARON.

Toutefois, les cycles évolutifs des parasites et du Pou de San José ne concordent pas exactement : les Hyménoptères sont ectoparasites et infestent à peu près exclusivement les femelles adultes de l'hôte, lequel comme on sait, hiverne au premier stade. Il en résulte, à chaque hivernage, une mortalité très importante parmi les parasites dont les populations, peu abondantes de ce fait au printemps, deviennent régulièrement plus nombreuses en été et en automne. D'autre part, les températures élevées, accompagnées d'une humidité relative de l'air faible sont défavorables à la multiplication de ces parasites (59). Ces divers facteurs font que l'utilisation, en vue d'une lutte biologique dirigée, de ces espèces paraît ne pouvoir être envisagée. Nous signalerons que des études sont en cours sur l'introduction, l'élevage et la dissémination d'une espèce plus spécifique *Prospaltella perniciosi* TOW (BENASSY).

Divers Coleoptères prédateurs de *Quadraspidiotus perniciosus* ont également été recensés ; comme dans le cas des parasites, il s'agit d'espèces indigènes adaptées.

Nous avons noté l'existence d'un *Cybocephalus* non déterminé, et surtout des Coccinellides *Chilocorus bipustulatus* L. *Exochomus quadrimaculatus* L. et *Exochomus flavipes* THUMB. Le plus abondant et le plus largement répandu est *Chilocorus bipustulatus* qui constitue au moins 80 p. 100 du total des prédateurs rencontrés. Il se reproduit à raison de deux générations annuelles, dont la seconde toutefois semble n'être dans la plupart des cas que partielle.

*Ch. bipustulatus* est doué d'une grande activité prédatrice : d'après nos expériences par exemple, les imagos sont capables de dévorer journellement en moyenne une vingtaine de femelles de Pou de San José ; les destructions de larves peuvent être plus considérables encore, et l'on peut effectivement trouver des végétaux chez lesquels le Pou de San José est détruit en quasi totalité par ces prédateurs, particulièrement lorsqu'une ponte de Coccinelles abondante s'y est produite, donnant naissance à un nombre important de larves.

Considérés à l'échelle de l'individu végétal, les Coccinellides, et en particulier *Chilocorus bipustulatus* pourraient donc être tenus pour importants, mais, à l'échelle du verger par exemple, leur importance est déjà bien moindre, et ils ne constituent qu'un auxiliaire de second plan, car leur pullulation et leur répartition sont loin d'être uniformes et abondantes sur tous les arbres infestés de Pou de San José.

Enfin, nous avons pu constater que les Coccinellides étaient eux-

mêmes fortement limités par l'activité d'Hyménoptères parasites : *Homalotylus flaminus* DALM. et surtout *Tetrastichus epilachnae* GIARD qui détruisent jusqu'à 80 p. 100 et plus des populations de larves.

### III. RAPPORTS ENTRE L'INSECTE ET LES VÉGÉTAUX-HOTES

#### A. — CONTAMINABILITÉ DES VÉGÉTAUX PAR LE POU DE SAN JOSÉ

Le caractère extrêmement polyphage de *Quadraspidiotus perniciosus* est à l'origine d'un problème ayant, sur le plan économique d'importantes incidences. En effet, la dissémination du ravageur à longue distance peut de ce fait être assurée par l'intermédiaire d'un grand nombre d'espèces végétales, à la faveur par exemple des échanges commerciaux de produits de pépinières. Il est donc important de connaître, avec le plus de précisions possible les caractères et les degrés de la réceptivité à l'insecte, du plus grand nombre possible d'espèces ou de variétés végétales usuellement cultivées, qu'elles soient de rapport ou ornementales, ou même, des espèces spontanées. Il est évident que la mise au point des mesures de prophylaxie indispensables, est grandement facilitée par les connaissances ainsi acquises.

Dans le but de poursuivre ces études, précédemment commencées à Mandelieu, fut aménagé, à peu près au centre géographique du foyer lyonnais, à Tassin (Rhône) un terrain expérimental où furent plantées un grand nombre d'espèces et de variétés tant horticoles ou arboricoles que forestières, ornementales, etc. destinées à être contaminées par le Pou de San José. Dans cette plantation, les espèces fruitières étaient largement représentées, mais on y planta aussi, en général à triple exemplaire de chaque espèce ou variété, des arbres, arbustes ou arbrisseaux ornementaux ou forestiers, pris plus particulièrement parmi les représentants des familles botaniques les plus importantes pour le commerce local ou national.

L'exécution des tests de contaminabilité est relativement simple car, comparativement aux néonates d'autres Diaspines, la larve du Pou de San José est plus vagabonde : il suffit, pour obtenir la contamination de ligaturer sur le végétal soumis à l'épreuve des lambeaux d'écorce porteurs de femelles en cours de parturition : nous nous sommes en général servis d'écorces de Pommier ; les femelles en question restent en vie assez longtemps pour donner naissance à un nombre assez important de larves mobiles, dont la plupart se portent sur le végétal à tester ; sur ce dernier, afin d'éviter que les larves ne s'égaillent par trop et ainsi faciliter l'observation ultérieure, ou ligature, de part et d'autre du

point de contamination, à quelque distance l'un de l'autre, deux anneaux de coton qui opposent un obstacle aux jeunes larves. Cette méthode de contamination forcée a d'ailleurs été ultérieurement améliorée par l'emploi non plus de lambeaux d'écorce qui présentaient l'inconvénient de ne pouvoir servir qu'une seule fois, mais par celui de jeunes végétaux entiers, Pommiers ou Poiriers en général, plantés en pots et préalablement contaminés ; ces végétaux étaient ligaturés directement au contact du sujet soumis à l'expérience (fig. 9). La survie des femelles contaminatrices est ainsi assurée plus longtemps, tandis que les végétaux peuvent au besoin être transportés facilement d'un point à un autre, et servir à plusieurs expériences successives.

D'une façon générale, on expérimentait en même temps sur plusieurs espèces d'une même famille, au moins dans les cas où celle-ci était assez largement représentée. Pour chaque espèce, deux individus étaient en général soumis au test en même temps, et pour chaque série d'expériences, un test témoin était tenté sur plusieurs sujets d'une espèce fortement contaminable, soit Pommier, soit Poirier, soit encore Pêcher ou Groseillier.

Ces travaux, effectués dans la région Lyonnaise à partir de 1945 <sup>(1)</sup>, prolongeant et complétant les recherches de même ordre entreprises auparavant à Mandelieu, avaient mené à l'élaboration d'une liste de végétaux, classés selon leur contaminabilité par le Pou de San José (NERVEU et VASSEUR 32). Nous rappellerons que pour ces listes, le classement suivant avait alors été adopté :

Plantes fortement contaminables, avec distinction entre :

Plantes présentant fréquemment des encroûtements,

Plantes ne présentant que rarement des encroûtements,

Plantes faiblement contaminables,

Plantes non contaminables.

Le but alors poursuivi était surtout de mettre à la disposition des personnes ou des organismes chargés de l'application des mesures de sécurité, un instrument de travail pratique, destiné à faciliter leur tâche. A cet égard, le type de classement adopté paraissait amplement suffisant, et il eût été contraire à l'esprit dans lequel ces listes avaient été dressées, de tenir compte alors des nombreux cas particuliers qui avaient pu être remarqués au cours de l'expérimentation.

C'est une des raisons pour lesquelles ces listes divergent sur certains points de celles qui avaient été présentées par d'autres auteurs (MARLATT, BORKHSENIUS, etc.) ou de celles qui furent publiées par la suite (BAGGIOLINI, GEIER et MATHYS).

En effet, à quelques exceptions caractérisées près, on s'était borné à

(1) Certaines observations sur les facteurs d'immunité des végétaux ont été faites avec les concours de M<sup>me</sup> FLECKINGER-DOURDIN et de M<sup>me</sup> GUENNELON-AUBANEL.



FIG. 9. — Essais de contamination par le Pou de San José de divers végétaux par approche de végétaux contaminés en pots (Tassin). (Cliché R. VASSEUR).

énoncer les genres, considérant *a priori*, ceci dans un but de commodité et de sécurité, que la réceptivité au Pou de San José devait être sensiblement de même ordre à l'intérieur d'un même genre botanique. D'autre part, chez certaines espèces, les résultats des tests de contaminabilité n'avaient pas toujours été identiques selon que l'expérience avait été faite dans le Midi ou dans la région Lyonnaise : ainsi par exemple, *Aesculus hippocastanum*, non contaminable lors des essais effectués à Mandelieu, s'est révélé l'être à Tassin ; *Platanus orientalis* semblait également beaucoup plus facilement contaminable à Lyon qu'à Mandelieu. Enfin, certains *Ilex*, *Tamarix*, *Clematis* se sont montrés quelque peu réceptifs dans la région Lyonnaise, alors qu'ils ne l'étaient pas dans le Midi. Dans ces divers cas, on avait assigné, lors de l'élaboration des listes, aux divers genres, la place la plus défavorable pour eux, c'est-à-dire celle de leur espèce la plus contaminable, dans les conditions où cette contaminabilité était la plus forte.

Enfin, toujours par mesure de sécurité, on avait classé comme contaminables certains genres chez lesquels on avait observé le développement des femelles jusqu'à un stade où il leur aurait été possible de donner naissance à des jeunes larves (la fertilité de ces femelles étant au besoin vérifiée par des dissections) même si l'apparition des néonates n'avait pas été expressément observée, et ceci en dépit du fait qu'en règle générale, le critère admis de la contaminabilité était effectivement le développement complet du cycle évolutif du Pou de San José sur l'espèce considérée, production de néonates d'une nouvelle génération comprise.

Mais, s'il est normal, considérant les besoins de la pratique, du moins en l'état actuel, de chercher surtout à savoir si une espèce végétale donnée est, ou non, contaminable sans se préoccuper outre mesure des degrés ou des différences que cette contaminabilité peut présenter d'une espèce à l'autre, l'aspect de la question, du point de vue écologique et biologique, est sensiblement différent, et n'a d'ailleurs jusqu'ici été que très peu envisagé.

L'hôte végétal, alors même qu'il est réceptif, peut exercer sur le ravageur une action délétère, qui constitue un facteur de mortalité naturelle, non négligeable dans beaucoup de cas, puisque par exemple, sur certains hôtes forcés, les colonies de Pou de San José implantées vont s'amenuisant jusqu'à extinction complète dans un délai plus ou moins rapide (cf. plus loin). Encore cette action ne constitue-t-elle pas un facteur simple, mais résulte-t-elle le plus souvent d'une série d'interactions entre le climat, le sol, le végétal (espèce, variété, état physiologique, localisation de l'insecte sur la plante, etc.) et l'insecte lui-même (fécondité, rapidité du développement, mortalité, etc.).

Ces interactions, difficiles à prévoir, ou même à définir, influent sur le résultat des expériences de contamination artificielle, et il faut voir là l'origine de la plupart des divergences entre auteurs, ainsi que celle des différences constatées d'un point par rapport à un autre quant à la conta-

minabilité d'une même espèce. On remarquera d'ailleurs que la plupart des divergences entre auteurs n'intéressent le plus souvent que des espèces classées « peu », « occasionnellement » ou « exceptionnellement » contaminables par certains, « non » contaminables par d'autres.

Si l'on considère l'hôte végétal en tant que facteur limitant des populations de l'insecte, on peut définir *grosso modo* trois modes d'action de ce facteur, lequel superpose son influence à celle des autres facteurs limitants, climatiques et parasitaires, dont nous avons parlé plus haut.

a) Action sur la mortalité en cours d'évolution, action particulièrement visible lors de la période de fixation des larves mobiles : nous avons par exemple constaté qu'en contamination forcée, la mortalité des néonates peut varier de 10 p. 100 ou moins (sur Pommier, dans de bonnes conditions) à 95 p. 100 et davantage (sur les *Evonymus* par exemple où cependant le développement de l'insecte peut se poursuivre jusqu'à des stades avancés). A cet égard, les mues, et singulièrement la première, constituent des phases critiques du développement.

b) Action sur la fécondité des femelles : nous ne pouvons sur ce point, donner des chiffres précis, mais il est facile de constater dans la nature que, à nombre de femelles équivalent, les larves néonates pullulent davantage sur certains hôtes que sur d'autres. Les résultats des travaux de H. BOHM (9) sont très significatifs. La moyenne, calculée sur 5 femelles, de production de larves, en expériences de laboratoire est de 78 sur *Crataegus oxyacantha*, de 24 sur *Salix caprea* et de 10 sur *Forsythia suspensa*.

c) Action sur la vitesse de développement : nous donnons par exemple au tableau X les dates d'apparition des larves mobiles de première génération sur différents hôtes d'après les observations effectuées à Tassin. On voit que selon les hôtes, les larves peuvent, dans des conditions climatiques analogues, apparaître avec un décalage de plusieurs jours, voire 15 jours à 3 semaines ; on observera de plus que l'ordre de succession des éclosions sur les diverses espèces, est, en gros le même chaque année.

Par ailleurs, nous donnons au tableau XI la durée de développement, en contamination forcée d'une génération sur divers hôtes : cette durée (comptée du premier jour de la contamination au jour de l'apparition des premières larves mobiles) peut varier de 60 à 90 jours et davantage. Les larves auront d'autant moins de possibilités d'atteindre par exemple le stade hivernant qu'elles sont apparues plus tardivement ; la mortalité hivernale sera donc d'autant plus forte : dans le cas il est vrai, extrême, de *Catalpa bungei* nous avons observé l'extinction complète au cours de l'hiver, de la colonie de Pou de San José qui avait pu s'y développer, malgré une sortie de larves assez abondante mais survenue très tardivement.

Il résulte de ces faits que, entre ce que l'on pourrait appeler « non-contaminabilité absolue » définie par l'incapacité totale du Pou de San José à survivre et à se développer si peu que ce soit, sur le végétal, et la

TABLEAU X

*Apparition des larves mobiles de première génération  
de Quadraspidiotus perniciosus sur différents végétaux (Tassin).*

1946	1947	1948
30-V. Pommier. Poirier. Pêcher. Amandier. Prunier. Cerisier.	31-V. Pommier. Poirier. Pêcher. Amandier. Cerisier. Prunier.	22-V. Pommier. Poirier. Amandier. Prunier.
2-VI. Noyer. Cornus sp. Prunus laurocerasus.	3-VI. Noyer. Cornus sp. Symphoricarpus. Groseillier.	24-V. Cerisier. Pêcher.
5-VI. Symphoricarpus. Groseillier.	5-VI. Prunus laurocerasus.	26-V. Noyer.
6-VI. Betula.	8-VI. Betula. Salix. Acer japonicum.	1-VI. Cornus. Symphoricarpus. Prunus laurocerasus.
7-VI. Salix. Tilia dasistyla. Calycanthus. Rhus cotinus.		4-VI. Groseillier.
8-VI. Acer japonicum.		7-VI. Betula. Salix.
9-VI. Spiraea assurgens.	10-VI. Spiraea assurgens.	10-VI. Acer japonicum. Fagus.
12-VI. Buxus japonica. Vitis macrophylla. Tilia platiphylla.	21-VI. Buxus japonica.	18-VI. Buxus japonica. Fraxinus.
19-VI. Aesculus hippocastanum.	24-VI. Fagus. Fraxinus. Akebia quinata.	
26-VI. Choysia ternata.		
29-VI. Spiraea opulifolia.		

TABLEAU XI

*Durée de développement de Quadraspidiotus perniciosus sur divers hôtes,  
en contamination forcée, dans les conditions de la nature (Tassin).*

Hôtes	Date de début de contamination	Date d'apparition des larves	Durée du cycle (en jours)
<i>Malus communis</i> .....	6-6-45	5-8-45	60
<i>Ribes rubrum</i> .....	id.	id.	60
<i>Spiraea douglasii</i> .....	id.	21-8-45	76
<i>Syringa vulgaris</i> .....	id.	29-8-45	84
<i>Malus communis</i> .....	2-6-45	1-8-45	60
<i>Juglans regia</i> .....	id.	5-8-45	64
<i>Mahonia aquifolium</i> .....	id.	17-8-45	76
<i>Hypericum henryi</i> .....	id.	17-8-45	76
<i>Populus cordata robusta</i> .....	id.	1-9-45	91
<i>Chamaecerasus plicata</i> .....	id.	4-9-45	94
<i>Catalpa bungei</i> .....	id.	13-10-45	135
<i>Malus communis</i> .....	18-6-46	18-8-46	65
<i>Desmodium penduliflorum</i> .....	id.	26-8-46	71
<i>Platanus orientalis</i> .....	18-6-46	2-9-46	76
<i>Tilia argentea</i> .....	id.	9-9-46	83
<i>Pirus communis</i> .....	21-6-46	21-8-46	61
<i>Fagus sylvatica</i> var. <i>purpurea latifolia</i> ..	id.	8-9-46	79
<i>Akebia quinata</i> .....	id.	11-9-46	82
<i>Aesculus hippocastanum</i> .....	id.	12-9-46	83

contaminabilité des espèces les plus réceptives (comme par exemple le Pommier) existent de nombreux termes intermédiaires, se succédant en une gradation insensible, dont nous avons tenté cependant de définir comme suit quelques degrés-types, d'après les observations et les expériences faites à Tassin en 1947, 48 et 1949.

Degré 1. — Durée totale minima du cycle évolutif <sup>(1)</sup> de la première génération de l'ordre d'une soixantaine de jours. Accroissement important de la pullulation à chaque génération nouvelle. Possibilité d'apparition d'une troisième génération lorsque les conditions climatiques le permettent (1947 et 1949 par exemple. Type : Pommier, Poirier, etc.).

Degré 2. — Durée totale minima du cycle évolutif de la première génération de l'ordre de 75 à 85 jours. Accroissement de la pullulation plus faible (fécondité moindre). Pas de troisième génération (corollaire de l'allongement de la durée du cycle). Types : *Cornus*, *Salix* et certaines *Spiraea*.

Degré 3. — Développement lent, fécondité faible. La pullulation se maintient péniblement, ou va en s'éteignant. Types : *Populus*, *Prunus laurocerasus*, *Syringa*.

Degré 4. — Développement très lent. Le stade adulte est atteint pour les deux sexes, mais les femelles meurent avant maturité. Type : *Eryonymus* (où l'on peut trouver encore des larves de 1<sup>er</sup> stade vivantes 90 jours après contamination sans pour autant qu'il y ait diapause).

Degré 5. — Développement lent jusqu'à l'adulte pour le mâle, mais les femelles meurent avant l'accomplissement de la dernière mue. Type : *Hibiscus*.

Degré 6. — Fixations plus ou moins nombreuses de larves ; début de développement, mais pas de mue au deuxième stade. Type : *Robinia*, *Hydrangea*, *Deutzia*.

Degré 7. — Mortalité totale au stade de larve mobile. Pratiquement pas de fixations (non-contaminabilité absolue). Type : *Laburnum adami*.

Il va de soi que cette classification ne peut être considérée comme absolument rigide, et que d'autres termes intermédiaires pourraient encore être définis. Par exemple, le Marronnier d'Inde s'apparenterait au type 2 pour ce qui concerne la vitesse de développement du Pou de San José et de sa fécondité (d'après les dissections de femelles qui ont été effectuées, cette dernière est de même ordre que celle des femelles hébergées sur Pommier) ; par contre il ressortirait plutôt du type 3 si l'on considère la façon dont les pullulations sont à même de s'y maintenir, et ceci en raison de certaines réactions du végétal (cf. plus loin). On pourrait faire également des remarques de même ordre à propos de certaines espèces de Spirées.

(1) Par « durée totale minima du cycle » pour une génération donnée, nous entendons le temps qui s'écoule entre l'apparition des premières larves mobiles de la génération en question et l'apparition des premières larves mobiles de la génération suivante.

Au tableau XII, nous donnons les résultats des tests effectués dans la région Lyonnaise. Ces listes ne prétendent pas fournir une appréciation de la contaminabilité des diverses espèces testées, mais seulement rendre compte des expériences faites ; c'est pourquoi nous nous sommes bornés ici à une classification en deux groupes distincts : d'une part les végétaux sur lesquels les tests de contamination ont donné un résultat positif (fût-ce exceptionnellement) c'est-à-dire où le cycle complet, avec production d'une nouvelle génération a été obtenu, et d'autre part, les végétaux sur lesquels les résultats des expériences ont été négatifs, c'est-à-dire où l'on n'a pas observé la naissance de jeunes larves, même lorsque le stade de femelle adulte (mais non mature) était atteint ; pour ces derniers cas d'ailleurs il faut noter que la possibilité ne peut être *a priori* exclue que, dans des conditions différentes, les femelles puissent venir à maturité et donner naissance à des jeunes. Il nous a paru utile de signaler pour le premier groupe, le nombre de tests effectués sur chaque espèce avec en regard le nombre de tests positifs, la comparaison des deux chiffres pouvant dans une certaine mesure permettre une appréciation de la réceptivité de l'espèce ; pour le second groupe, nous indiquons le stade le plus avancé que l'insecte ait atteint lors de nos expériences sur chacune des espèces testées.

### Remarques diverses sur la contaminabilité. Différences spécifiques.

Ces listes reflètent bien la grande polyphagie du Pou de San José : les espèces contaminables qui y sont mentionnées ressortent de 34 familles aussi éloignées les unes des autres que par exemple les Betulacées et les Oleacées. On note aussi, cette remarque n'étant bien entendu applicable qu'aux familles les plus largement représentées, qu'aucune d'entre elles, à l'exception peut-être des Saxifragacées, ne compte que des espèces contaminables, ou inversement que des espèces non contaminables. Cependant, la plupart des Rosacées sont en général fortement ou très fortement attaquées ; au contraire, chez les Papilionnacées, famille pourtant voisine, on ne compte que très peu d'espèces réceptives.

Entre espèces d'un même genre, nous avons examiné certaines différences intéressantes, qui méritent d'être rapportées.

Chez le genre *Acer* par exemple nous avons retrouvé un certain nombre d'intermédiaires entre la non-contaminabilité pratiquement absolue et la contaminabilité. De premières expériences, effectuées sur quelques espèces avaient donné les résultats suivants :

— *Acer japonicum* : Développement complet, avec production assez abondante de jeunes larves et maintien de la pullulation.

— *Acer pseudoplatanus* : Développement jusqu'au stade adulte pour les deux sexes, mais pas de production de jeunes larves.

TABLEAU XII

*Résultats des expériences sur la contaminabilité des espèces végétales  
par Quadraspidiotus perniciosus Tassin. (Rhône).*

Section A. Espèces sur lesquelles les contaminations ont été positives. (Cycle complet de l'insecte, de larve mobile à larve mobile obtenu, sauf exceptions signalées.)

Familles	Espèces	Nombre d'essais		Observations
		Total	Positifs	
Liliacées .....	<i>Yucca filamentosa</i> L.	2	2	Avec réserves : les femelles matures n'ont pas donné naissance à des larves.
Salicacées .....	<i>Salix babylonica</i> L.	2	2	
	<i>Populus pyramidalis</i> ROE.	2	2	
	<i>Populus lasiocarpa</i> OLIV.	1	1	Variété pourpre.
	<i>Populus cordata</i> SIM. LS.	2	2	
Juglandacées .....	<i>Juglans regia</i> L.	3	3	
Betulacées .....	<i>Betula alba</i> ROTH.	3	2	
	<i>Betula alba</i> ROTH <i>atropurpurea</i> JAEG et BEIS.	3	3	
	<i>Corylus avellana</i> L.	6	1	
	<i>Corylus</i> sp.	2	2	
Fagacées .....	<i>Carpinus betulus</i> L.	3	1	
	<i>Fagus sylvatica</i> L.	2	2	
	<i>Fagus sylvatica</i> L. <i>purpurea</i>	2	2	
	<i>Quercus robur</i> L.	3	2	
Ulmacées .....	<i>Ulmus campestris</i> L.	3	2	
Loranthacées .....	<i>Viscum album</i> L.	3	1	
Polygonacées .....	<i>Polygonum baldschuanicum</i> REG.	2	2	Avec réserves : les femelles matures n'ont pas donné naissance à des larves.
Renonculacées ....	<i>Clematis montana</i> B.-H.	1	1	
Lardizabalacées ...	<i>Akebia quinata</i> DEC.	1	1	
Calycanthacées ...	<i>Calycanthus occidentalis</i> H. et A.	2	2	Femelles matures donnant naissance à des larves, à la base des pétioles.
Berberidacées .....	<i>Mahonia aquifolium</i> NUTT.	4	2	
	<i>Mahonia fascicularis</i> DC.	2	1	
Tiliacées .....	<i>Tilia argentea</i> DESF.	2	1	Avec réserves comme ci-dessus.
	<i>Tilia dasistyla</i> ST.	2	2	
	<i>Tilia platiphylla</i> DESF.	4	2	
Hypéricacées .....	<i>Hypericum patulum</i> THUNB <i>henryi</i> BEAN.	3	1	Sujet en serre avec forts encroûtements.
Rutacées .....	<i>Choysia ternata</i> KUNTH.	2	2	
	<i>Citrus trifoliata</i> L.	2	1	
Hippocastanacées..	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	4	2	Avec réserves comme ci-dessus.
	<i>Aesculus rubicunda</i> LOIS.	3	1	
Aceracées .....	<i>Acer campestre</i> L.	2	1	
	<i>Acer platanoides</i> L.	3	1	
	<i>Acer pseudoplatanus</i> L. <i>schweideri</i> KOCII.	2	1	
	<i>Acer japonicum</i> TH.	4	3	
Buxacées .....	<i>Buxus sempervirens</i> L.	4	1	Avec insectes provenant de <i>Buxus japonica</i> (voir texte).
	<i>Buxus japonica</i> MUELL.	4	3	

TABLEAU XII (suite)

Familles	Espèces	Nombre d'essais		Observations
		Total	Positifs	
Anacardiacées ....	<i>Rhus cotinus</i> L. <i>atropurpureus</i> DIPP. <i>Rhus glabra</i> L. <i>laciniata</i> CARR.	2 3	2 1	En général très importante mortalité à la mue en L II. Espèce non déterminée.
Rhamnacées .....	<i>Ceanothus</i> sp. <i>Ceanothus intermedius</i> PURSH. <i>Ceanothus azureus</i> DESF. <i>Ceanothus americanus</i> L.	2 2 2 2	2 2 2 2	
Ampellicacées .....	<i>Vitis</i> sp.	10	6	Plusieurs variétés.
Aquifoliacées .....	<i>Ilex aquifolium</i> .	3	1	
Rosacées .....	<i>Prunus</i> sp. <i>Pyrus</i> sp. <i>Malus</i> sp. <i>Cerasus</i> sp. <i>Rosa</i> sp. <i>Rosa canina</i> L. <i>Prunus laurocerasus</i> L. <i>Amygdalus communis</i> L. <i>Sorbus aucuparia</i> L. <i>Cydonia vulgaris</i> L. <i>Crataegus oxyacantha</i> L. <i>Pyracantha coccinea</i> ROEM.	7 2 5 3 2 3 2 1	5 2 5 3 2 3 2 1	Nombreuses variétés fruitières et ornementales. En plusieurs variétés.
	<i>Kerria japonica</i> DC. <i>Rhodotypos kerrioides</i> S. et Z. <i>Exochorda grandiflora</i> LINDL. <i>Spiraea opulifolia</i> L. <i>Spiraea assurgens</i> (VILM. et BOIS).	3 2 2 2 5	3 2 2 2 2	
Platanacées .....	<i>Fragaria vesca</i> L.	2	2	= <i>Sorbaria assurgens</i> V. et B.
Tamaricacées .....	<i>Platanus orientalis</i> L.	2	2	
Riberiacées .....	<i>Tamarix odessana</i> STEV. <i>Ribes nigrum</i> L. <i>Ribes rubrum</i> L. <i>Ribes uva-crispa</i> L. <i>Ribes aureum</i> L. <i>Ribes gordianum</i> LEM.	1 2 2 2 2 1	1 2 2 2 2 1	Nombreux essais tous positifs.
Papilionnacées ....	<i>Desmodium penduliflorum</i> OUD.	6	4	
	<i>Cytisus purpureus</i> SCOP.	2	1	1 essai positif. L'autre donne femelles matures mais pas de LM. Essai positif sur une branche accidentellement cassée (v. texte).
	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. <i>monophylla</i> CARR.	4	1	
Cesalpiniacées ....	<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	3	1	
Ombellifères .....	<i>Cercis siliquastrum</i> L.	1	1	
Cornacées .....	<i>Daucus carota</i> L. <i>Cornus mas</i> L.	3 2	2 1	
	<i>Cornus controversa</i> HEMSL. <i>variegata</i> RESSD.	2	2	
Oleacées .....	<i>Cornus alba</i> L. <i>sibirica</i> LOUD.	2	2	
	<i>Syringa vulgaris</i> L.	3	1	
	<i>Fraxinus ornus</i> L.	1	1	
	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	1	1	
Bignoniacées .....	<i>Catalpa bungei</i> MEY.	2	2	
Verbenacées .....	<i>Vitex macrophylla</i> HORT.	1	1	
Caprifoliacées .....	<i>Lonicera pileata</i> (OLIV).	3	1	
	<i>Lonicera tatarica</i> L.	6	2	
	<i>Diervilla floribunda</i> S. et Z.	2	2	
	<i>Symphoricarpos racemosus</i> MICH.	2	2	
	<i>Viburnum rhytidophyllum</i> HEMSL.	1	1	

TABLEAU XII (suite)

Section B. Espèces sur lesquelles le cycle évolutif complet n'a pas été obtenu.

Familles	Espèces	Stade le plus avancé observé	Nombre d'essais	Observations
Graminées .....	<i>Bambusa metake</i> L.	L I	3	
Liliacées .....	<i>Ruscus aculeatus</i> L.	L II	2	
Salicacées .....	<i>Populus bolleana</i> LAUCHE.	L I	3	
	<i>Populus simonii</i> CARR.	Fi et PN	3	
Fagacées .....	<i>Castanea sativa</i> L.	L I	3	
Aristolochiacées ..	<i>Aristolochia sipho</i> L'HER.	L I	3	Très peu de fixation de IM.
Moracées .....	<i>Ficus carica</i> L.	Fi et PN	2	Contaminable à Mandelieu.
	<i>Morus alba</i> L.	L II	3	
Renonculacées ....	<i>Clematis vitalba</i> L.	BB	2	
Magnoliacées .....	<i>Magnolia purpurea</i> CURTIS.	L I	3	
	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	L I	3	
	<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	Fi	2	
Lauracées .....	<i>Laurus nobilis</i> L.	L I	2	
Berberidacées .....	<i>Berberis thunbergii</i> DC.	BB	2	
	<i>Berberis thunbergii</i> DC <i>atro-purpurea</i> CH.	BB	1	
Malvacées .....	<i>Hibiscus syriacus</i> L.	Fi	9	Plusieurs variétés essayées. Mortalité généralement très forte au st. BB. Une seule femelle obtenue sur un essai seulement. Contaminable à Mandelieu.
Calycanthacées ...	<i>Chimonanthus fragrans</i> LINDL.	L II	2	= <i>Calycanthus praecox</i> L.
Dilleniacées .....	<i>Actinidia sinensis</i> PLANCH.	L II et PN	2	
Simarubacées .....	<i>Ailanthus glandulosa</i> DESF.	L I	2	
Sapindacées .....	<i>Xanthoceros sorbifolia</i> BUNGE.	L I	2	
	<i>Koelerutera paniculata</i> LAXM.	L I	4	
Rutacées .....	<i>Evodia hupehensis</i> DODE.	L I	1	
Hippocastanacées..	<i>Pavia macrostachia</i> LOIS.	L II	2	
Aceracées .....	<i>Acer negundo</i> L.	L I	7	
	<i>Acer saccharinum</i> L. <i>laciniatum</i> (CARR.).	L II	5	= <i>Acer wieri</i> PAX.
	<i>Acer cappadocicum</i> GLEN. <i>horticola</i> REHD.	L II et Ma	2	= <i>Acer rubrum</i> HORT.
	<i>Acer palmatum</i> THUNB. <i>atropurpureum</i> V. H.	Fi et N	2	
	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Fi	3	
Ampelidacées .....	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> PL	L I	2	
	<i>Ampelopsis muralis</i> HORT.	L I	2	
Celastracées.....	<i>Euonymus europaeus</i> L.	L II et PN	2	
	<i>Euonymus radicans</i> MIQ.	L I	2	
	<i>Euonymus japonicus</i> TH.	L II et PN	2	Certains fusains sont contaminables à Mandelieu.
	<i>Euonymus americanus</i> L.	L II et PN	2	
Rosacées .....	<i>Spiraea arguta</i> ZAB.	L I	2	
	<i>Spiraea van houttei</i> ZAB.	L II	1	
	<i>Spiraea callosa</i> THUNB.	L II	4	
	<i>Rubus idaeus</i> L.	L I	4	(Framboisier).
	<i>Rubus</i> sp.	L I	4	(Ronces).
	<i>Rubus</i> sp.	L I	4	(« Loganberry »).

Signification des abréviations :

LM = Larve mobile. — BB = Larve de premier stade à bouclier blanc. — L I = Larve de premier stade plus développée. — L II = Larve de second stade. — Fi = Femelle immature. — PN = Pronymphe de mâle. — N = Nymphe de mâle. — Ma = Mâle adulte.

TABLEAU XII (suite)

Familles	Espèces	Stade le plus avancé observé	Nombre d'essais	Observations
Saxifragacées ....	<i>Philadelphus coronarius</i> L.	BB	2	
	<i>Philadelphus lemoinei</i> LEM.	BB et L I	4	
	<i>Deutzia lemoinei</i> LEM.	L I	3	
	<i>Deutzia crenata</i> S. et Z. ....	BB	2	
	<i>Deutzia gracilis</i> S. et Z.	BB	2	
	<i>Deutzia discolor</i> HEMSL.	BB et L I	2	
	<i>Hydrangea arborescens</i> L.	BB et L I	5	
	<i>Hydrangea petiolaris</i> S. et Z.	BB	3	
	<i>Hydrangea opuloides</i> KOCH.	BB et L I	3	
Tamaricacées ....	<i>Tamarix hispida</i> WILLD aestivalis HORT.	L I	2	= <i>Tamarix pentandra</i> PALL.
	<i>Tamarix tetrandra</i> PALL.	Fi et Ma	2	
Papilionnacées ....	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	L II et PN	4	
	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. <i>bessoniana</i> KIR.	BB et L I	5	
	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. <i>monophylla</i> CARR.	BB et L I	4	Sauf exception sur une branche cassée (v. texte).
	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. <i>mimosaeifolia</i> HORT.	L I	2	
	<i>Robinia hispida</i> L.	L I	3	
	<i>Laburnum adami</i> POIT.	BB	5	
	<i>Laburnum parksii</i> HORT.	BB	2	
	<i>Laburnum vulgare</i> L.	L I	2	
	<i>Sophora japonica</i> L.	L I	2	
	<i>Spartium junceum</i> L.	L I	3	
	<i>Colutea arborescens</i> L.	BB	2	
	<i>Wistaria sinensis</i> DC.	L II	3	
	<i>Ulex hibernicus</i> HORT.	L I	2	
	<i>Eleagnus longipes</i> GRAY.	L I	2	
	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	BB	1	
	<i>Fuchsia ricartioniana</i> HORT.	L I	2	
	<i>Hedera hibernica</i> BEAN.	L II et Ma	4	
	<i>Aucuba japonica</i> TH.	L I	2	
Eleagnacées .....	<i>Azalea amoena</i> LINDL.	L I	2	
Lagerstroemiacées..	<i>Ligustrum sinense</i> LOUR.	Fi et Ma	3	
Onagracées .....	<i>Ligustrum ovalifolium</i> HASSK.	Fi et Ma	3	
Araliacées .....	<i>Ligustrum ibota</i> SIEB.	Fi et Ma	3	
Cornacées .....	<i>Forsythia intermedia</i> ZAB.	Fi	2	
Ericacées .....	<i>Jasminum nudiflorum</i> LINDL.	L I	3	
Oleacées .....	<i>Osmanthus aquifolium</i> SIEB.	L I	2	
	<i>Phyllirea latifolia</i> L.	Fi et Ma	2	Contaminable à Mandelieu.
Apocynacées .....	<i>Nerium oleander</i> L.	L I	2	
Logoniacées.....	<i>Buddleia variabilis</i> HEMSL.	BB et L I	4	En deux variétés.
Bignoniacées .....	<i>Tecoma grandiflora</i> DEL.	Fi	2	
	<i>Tecoma radicans</i> JUSS.	Fi	1	
Labiacées .....	<i>Perovskia atriplicifolia</i> BENTH	BB	2	Très peu de fixations de LM.
	<i>Elsholtzia stauntoni</i> BENTH	BB	2	
Verbenacées .....	<i>Caryopteris mastacanthus</i> SCH.	L I	2	
	<i>Clerodendron trichotomum</i> THUNB.	BB et L I	1	
Caprifoliacées .....	<i>Lonicera japonica</i> THUNB.	L I	3	En deux variétés.
	<i>Lonicera caprifolium</i> L.	L II	3	
	<i>Lonicera sinensis</i> WATS.	BB	2	
	<i>Abelia floribunda</i> DEC.	L I	1	

— *Acer saccharinum laciniatum* (= *Acer wieri*) : Mortalité quasi totale à la fin du premier stade. Sur environ 200 insectes, le stade le plus évolué obtenu est représenté par un seul individu mâle dont le follicule commence à s'allonger (la mue au 2<sup>e</sup> stade a donc été effectuée) mais sans cependant que le stade de Pronymphe proprement dit ait été atteint.

— *Acer negundo* : Mortalité totale au premier stade.

Rappelons que ces expériences avaient abouti au classement de *Acer japonicum* parmi les végétaux assez fortement contaminables.

Ces expériences furent reprises de façon plus détaillée avec un plus grand nombre d'espèces : des sujets préalablement reconnus indemnes furent soumis du 1<sup>er</sup> au 19 juillet 1949 à la contamination par contact avec des pommiers infestés, puis laissés à eux-mêmes dans les conditions naturelles. Un dénombrement des insectes présents sur chacun de ces sujets fut effectué le 24 octobre afin de compléter les données fournies par l'examen direct : les résultats en sont fournis au tableau XIII. Effectivement, entre *Acer japonicum* facilement contaminable et *Acer negundo* qui paraît non contaminable de façon quasi absolue, on note plusieurs degrés de réceptivité qui ont été caractérisés ici par la proportion d'insectes vivants (un certain nombre d'entre eux étant des larves de premier stade en diapause) et par la proportion d'insectes ayant dépassé ce premier stade.

TABLEAU XIII

Contaminabilité relative de divers représentants du genre *Acer*  
par *Quadraspidiotus perniciosus*.  
(Date de contamination : 1 au 9. VII. 1949. Résultats du 26-X-1949.)

	Pourcentage de survie	Pourcentage d'insectes ayant dépassé le 1 <sup>er</sup> stade.
<i>Acer japonicum</i> .....	14,8	35,9
<i>Acer campestre</i> .....	30,9	24,5
<i>Acer pseudoplatanus schweidleri</i> ...	21,2	23,0
<i>Acer platanoides</i> .....	7,7	9,7
<i>Acer cappadocicum horticola</i> .....	5,9	10,0
<i>Acer palmatum atropurpureum</i> ....	0,0	16,5
<i>Acer pseudoplatanus</i> .....	3,1	0,0
<i>Acer negundo</i> .....	0,0	0,0
<i>Acer saccharinum laciniatum</i> .....	0,0	0,0

On peut constater des variations de même ordre chez le genre *Populus*. Les phénomènes ont été étudiés de moins près ; mais nous avons cependant déduit de nos expériences que *P. pyramidalis*, *P. lasiocarpa*, *P. cordata* devaient être considérés comme contaminables ; chez *P. simonii* le développement ne dépasse pas le stade de femelle immature ; sur *P. holleana* il s'est toujours au cours de nos essais arrêté à la mue au deuxième stade et l'on ne pouvait noter l'allongement de certains follicules, caractéristique de l'individualisation des mâles.

Chez certains genres, il nous est apparu que des espèces ou des variétés pourpres se trouvaient plus réceptives à l'insecte que des espèces ou variétés à feuilles vertes.

Il en est ainsi par exemple de *Corylus* : les premiers essais de contamination sur Noisetier cultivé, de variété « Géant de Hale » avaient été, malgré plusieurs répétitions entièrement négatifs, et nous avaient fait conclure à la non-contaminabilité de l'espèce. On constatait en effet lors de ces essais, une très importante mortalité de l'insecte aux stades très jeunes et jeunes (pour la plupart « boucliers blancs ») et à peine 1 p. 100 des larves passaient le cap de la première mue ; dans un seul des tests toutefois, on avait noté le développement d'un unique individu jusqu'au stade de femelle adulte, laquelle était d'ailleurs morte immature, sans avoir donné naissance à des larves. Des tests effectués ultérieurement sur Noisetier spontané donnèrent des résultats de même ordre ; cependant, dans un cas, chez un sujet soumis à contamination du 24 au 30 juin 1949, on nota la présence, parmi de nombreux insectes morts comme précédemment, au premier stade, d'une femelle unique, qui cette fois, arriva à maturité et donna naissance à des jeunes larves, en nombre d'ailleurs très réduit (3 ou 4 seulement purent être observées). Par contre, sur Noisetier pourpre, soumis à contamination en même temps que le sujet précédent, on obtenait la survie au-delà du premier stade d'une proportion assez importante de larves (30 à 40 p. 100 environ passèrent le cap de la première mue) ; les mâles poursuivaient leur développement jusqu'au stade imaginal et 4 à 5 p. 100 d'insectes attinrent le stade de femelle mature, donnant des larves, mais en petit nombre cependant. Répétée une autre fois, cette expérience donnait sensiblement les mêmes résultats.

*Fagus sylvatica* est contaminable assez facilement, mais la proportion d'insectes atteignant le stade de femelle adulte n'a jamais dépassé dans nos expériences 10 p. 100 au maximum des larves primitivement portées sur l'hôte, alors qu'elle atteint facilement 30 à 40 p. 100 sur *Fagus sylvatica purpurea*. Nous avons du reste constaté au printemps 1948 que les populations de Pou de San José résultant des contaminations faites en 1946, avaient fini par s'éteindre à peu près totalement sur le Hêtre ordinaire alors que sur le Hêtre pourpre, précisément greffé sur *sylvatica* ordinaire on observait une population abondante qui s'interrompait brusquement au niveau de la cicatrice de greffage.

Un phénomène de même ordre a pu être encore constaté chez les Bouleaux : *Betula alba* ordinaire, bien que contaminable, et même assez fortement, supporte assez aisément l'infestation alors qu'au contraire nous avons pu observer la mort, en l'espace de deux ans d'un individu pourpre, mort due à une infestation massive de Pou de San José, à la suite des contaminations effectuées.

### Remarques sur quelques facteurs d'immunité ou de tolérance au Pou de San José chez certaines espèces végétales.

Sans que des recherches précises aient été encore expressément dirigées dans ce sens, il est intéressant d'analyser les causes qui président à l'immunité plus ou moins absolue, ou à la tolérance de certaines espèces végétales au Pou de San José ; il y a là un champ largement ouvert à l'investigation, et quelques-unes des observations que nous avons pu faire, pourront peut-être constituer à ce sujet d'intéressants renseignements.

*A priori*, on peut séparer en deux grandes catégories, ces facteurs d'immunité : facteurs physiologiques d'une part, facteurs mécaniques de l'autre.

a) **Facteurs physiologiques.** — Ce sont les facteurs que l'on peut rattacher à la fois à la physiologie de la nutrition de l'insecte, et à l'état physiologique du végétal. On peut concevoir en effet qu'une ou plusieurs substances puissent, dans les sucres de certaines plantes, faire défaut au Pou de San José, pour qu'il puisse y accomplir son développement normal. Une fécondité réduite, une mortalité élevée, comme nous en avons donné quelques exemples, peuvent procéder de causes de cet ordre.

Le fait par exemple que sur le Pommier, les feuilles n'hébergent pratiquement que des mâles alors même que l'on y porte des larves sans distinction de sexe (ceux-ci n'étant d'ailleurs pas discriminables) semble impliquer que ce substratum ne permet pas le développement des femelles, dont les exigences trophiques sont différentes ou plus fortes. Ceci paraît d'autant plus vraisemblable que l'on constate sur les feuilles de Pommier une très forte mortalité lors de la première mue.

Inversement, l'impossibilité pour le Pou de San José de survivre sur certaines espèces pourrait dans certains cas être attribuée à l'existence de substances toxiques, telle par exemple la Spartéine de *Spartium junceum*. Il y a lieu à ce sujet de faire d'importantes réserves et de se garder de vues anthropomorphiques, et l'on se souviendra que ce même *Spartium* peut héberger d'autres Cochenilles (notamment *Aspidiotus hederae*). Mais le cas des *Laburnum* paraît à cet égard assez typique : nous avons vu que *Laburnum adami* présente une immunité quasi absolue au Pou de San José ; de nombreuses tentatives répétées plusieurs années de suite, n'ont jamais abouti qu'à la mortalité à très bref délai, de la totalité des larves, les plus évoluées d'entre elles, d'ailleurs fort peu nombreuses, commençant à peine la sécrétion du follicule. *Cytisus purpureus* est par contre légèrement contaminable et l'on y observe régulièrement le développement d'un certain nombre de Cochenilles, dans une proportion, il est vrai faible par rapport aux larves primitivement apportées ; néanmoins, le stade adulte pour les deux sexes, est atteint, et l'on note la naissance de quelques jeunes larves,

la fécondité des femelles étant d'ailleurs très réduite. Or, on sait que *Laburnum adami* est un hybride de *Laburnum vulgare* espèce elle-même non contaminable, par *Cytisus purpurea* et que *L. adami* comme *L. vulgare* renferme de la Cytisine tandis que *Cytisus purpurea* n'en contient pas. Il semble donc raisonnable au moins d'émettre l'hypothèse que l'immunité des *Laburnum* puisse être due à la présence de cet alcaloïde.

Une observation concernant les *Buxus* paraît démontrer d'ailleurs que le Pou de San José n'est pas dénué d'une certaine faculté d'adaptation et qu'il est au contraire doué d'une certaine plasticité biologique.

*Buxus japonica* s'est toujours montré dans nos essais comme relativement facile à contaminer. Les fixations de larves y sont nombreuses et l'évolution de l'insecte s'y déroule à peu près normalement quel que soit le matériel initial : Groseillier, Cassis, Pommier, etc. ayant servi à la contamination. Par contre, avec ces mêmes matériels, les contaminations que nous avons tentées sur *Buxus sempervirens* étaient beaucoup plus difficiles à réaliser ; les fixations étaient peu nombreuses, et une très forte mortalité intervenait rapidement : en général, les insectes ne dépassaient pas le premier stade.

Le 8 août 1946, on contaminait deux pieds de *Buxus sempervirens* : l'un (A) à partir de Groseillier, l'autre (B) à partir de *Buxus japonica*. Pour plus de sûreté, on contaminait, à titre de témoin, à partir du même groseillier, un pied de *B. japonica* encore indemne d'une part, un jeune poirier d'autre part. Dès les jours suivants (observations des 13 et 17 août) on notait de nombreuses fixations sur ces témoins. Le *Buxus sempervirens* (A) contaminé à partir de Groseillier ne portait, lui, qu'une dizaine de larves, alors qu'on pouvait déjà en observer 80 à 100 sur le pied (B) contaminé à partir de *B. japonica*, ceci bien que le matériel de contamination initial fût en fait beaucoup plus riche en larves sur Groseillier que sur *B. japonica*. Ces expériences furent laissées en l'état et les observations reprises au printemps suivant : le 29 avril 1947, on constatait que le développement de l'insecte se déroulait normalement sur *B. japonica* ; en ce qui concerne les *sempervirens*, le pied (A) (contaminé à partir de Groseillier) ne portait aucun individu vivant tandis que sur le pied (B) on pouvait voir une trentaine d'insectes dont certains accusaient un début de développement en mâles (allongement du bouclier). Ces observations se confirmaient par la suite, et à partir du 24 juin on notait sur (B) l'éclosion de larves mobiles, qui se fixèrent et à leur tour se développèrent ; ces larves étaient entre temps sorties le 21 juin sur *B. japonica* tandis que sur le pied (A) de *B. sempervirens* aucun individu vivant ne fut jamais retrouvé.

La contamination de *B. sempervirens* s'était donc affirmée comme plus facile à partir d'insectes ayant préalablement vécu sur *B. japonica*, fait qui indique chez le Pou de San José, la possibilité de survivre sur cer-

tainis hôtes, autrement non contaminables, après passage d'une ou de plusieurs générations sur des hôtes différents.

D'autres faits démontrent plus spécialement l'influence de l'état physiologique du végétal sur les possibilités de développement de l'insecte.

Nous avons par exemple remarqué chez *Hedera hibernica* (et ce cas peut dans une certaine mesure être rapproché de celui des Cerisiers, cité plus loin) que les contaminations effectuées en début de saison avec des larves mobiles de première génération, ne donnent que très peu de fixations, les larves ne dépassant pas en tout état de cause, le stade de bouclier blanc. Les contaminations effectuées vers la fin de l'été donnent lieu à des fixations beaucoup plus abondantes (deuxième quinzaine d'août et septembre) et les larves fixées peuvent évoluer jusqu'à la fin du deuxième stade en ce qui concerne les femelles, alors que les mâles atteignent même le stade imaginal.

*Robinia pseudoacacia* est très régulièrement non contaminable, et les insectes n'y dépassent pas le deuxième stade larvaire. Dans un cas cependant, sur *R. pseudoacacia monophylla*, et dans ce cas seul, nous avons pu observer le développement au-delà de ce stade, sur une branche qui, accidentellement cassée, restait encore suffisamment reliée à l'arbre pour demeurer vivante : la contamination datant du 17 juin 1947, on observait à la date du 26 août, que tous les insectes fixés sur la tige principale étaient morts ; au contraire ceux qui s'étaient fixés sur cette branche cassée, avaient poursuivi leur développement et étaient alors à l'état de femelles, formant localement de véritables petits encroûtements ; ces femelles donnèrent naissance à dater du 6 septembre, à des larves mobiles, en assez grand nombre ; ces dernières, après fixation entrèrent en diapause pour l'hibernation et beaucoup de larves du 1<sup>er</sup> stade étaient encore vivantes à la date du 28 octobre. Les observations ne purent malheureusement être poursuivies, la branche en question ayant fini par se dessécher complètement ; mais il est remarquable que les tentatives de reconstitution de ce phénomène, sur des branches cassées cette fois intentionnellement, tant sur *R. pseudoacacia monophylla* que sur d'autres variétés de la même espèce, se soldèrent toutes par des échecs.

*b) Facteurs « mécaniques ».* — Il est apparu dans certains cas, que la non contaminabilité du végétal pouvait être liée à certaines de ses caractéristiques anatomo-morphologiques, par exemple chez certaines espèces, la présence d'un manchon plus ou moins continu, entre liège et liber, de fibres péricycliques, qui opposent alors un obstacle à la pénétration du rostre de l'insecte vers les tissus plus profonds (travaux non publiés de M<sup>me</sup> FLECKINGER).

A ces cas où l'immunité ou du moins une certaine tolérance du végétal semble en relations avec sa constitution même, on peut rattacher plu-

sieurs observations sur des espèces chez lesquelles l'exfoliation périodique normale des tissus les plus superficiels décolle en quelque sorte les insectes de leur substratum et entraîne leur mort : par exemple, chez le Platane, le fait que le rhytidome écailleux se détache, est un obstacle au bon maintien des colonies. C'est aussi le cas de certaines variétés de Vignes, de *Vitex macrophylla*, et même dans une certaine mesure chez le Groseillier ; ce dernier est fortement contaminé, mais on observe fréquemment une très forte mortalité, comme l'indiquent les exemples ci-après :

Prélèvements effectués à Belley (Ain) le 24 novembre 1949.

— Sur Pommier : insectes vivants 500. Insectes morts : 52. Mortalité : 9,2 p. 100.

— Sur Groseillier : insectes vivants : 500. Insectes morts : 650. Mortalité : 56,5 p. 100.

Prélèvements effectués à Tassin (Rhône) le 30 mai 1951.

— Sur Pommier : insectes vivants : 390. Insectes morts : 140. Mortalité : 26,4 p. 100.

— Sur Groseillier : insectes vivants : 120. Insectes morts : 322. Mortalité : 72,8 p. 100.

Chez les Spirées, les variétés ou espèces chez lesquelles se produit ce phénomène d'exfoliation, sans jouir toujours d'une immunité absolue, sont cependant rarement infestées par le Pou de San José : c'est le cas de *Spiraea callosa* et de *Spiraea assurgens*, cette dernière facilement contaminable mais chez qui on observe l'extinction rapide des infestations. Au contraire, les variétés ou espèces chez lesquelles cette exfoliation ne se produit pas, sont souvent assez fortement infestées, l'infestation pouvant aller jusqu'à des encroûtements denses (cas de *Spiraea opulifolia*).

On peut faire une constatation analogue en ce qui concerne les Chèvrefeuilles. Chez ces derniers, de plus, et dans le cas particulier de *Lonicera sinensis*, l'immunité pourrait être attribuée au fait que les branches de deux ans et plus présentent de très épaisses formations subéreuses, qui opposent un obstacle à la pénétration du rostre de l'insecte vers les parties vivantes.

Mais, chez d'autres végétaux, on constate certains phénomènes auxquels on peut attribuer nettement le caractère de réactions à effet défensif.

Sur les *Aesculus* par exemple, les fixations de jeunes larves se produisent normalement ; mais, à mesure que l'insecte se développe, il est peu à peu enrobé d'une sorte de cuticule cireuse, paraissant sécrétée par le végétal ; cette sécrétion finit même par dérober complètement l'insecte à la vue ; le bouclier de la Cochenille est finalement comme encastré dans l'écorce du végétal, et n'est plus discernable extérieurement que par une petite boursoufflure, d'ailleurs peu visible que présente celle-ci à l'endroit où l'insecte s'est fixé. Les femelles du Pou de San José survivent cependant et donnent sur le Maronnier d'Inde, effectivement naissance à des larves,

leur fécondité paraissant d'ailleurs normale ; mais, dans la plupart des cas, ces larves n'arrivent pas à se glisser de dessous le bouclier de la mère, restent prisonnières et meurent.

Chez les Cerisiers, nous avons noté une réaction des tissus à la pénétration du rostre de l'insecte : au niveau du point lésé, apparaissent des formations subéreuses, provoquant de petites boursouflures sous-jacentes. Il est remarquable toutefois que cette réaction ne se produise pas uniformément sur toutes les variétés à tout moment. Les exemples que nous rapportons indiquent d'ailleurs qu'il n'existe pas toujours une différence tranchée entre les facteurs mécaniques et les facteurs physiologiques d'immunité.

Les premiers essais de contamination effectués sur Cerisier en 1946 fin juin-début juillet, sur variétés « Bigarreau Burlat », « Bigarreau Reverchon » et « Anglaise hâtive » furent complètement négatifs, malgré le nombre important de larves transportées sur ces hôtes : sur le greffon, comme sur le porte-greffe (ces sujets, âgés de 5 ans, étant greffés « en tête ») les formations liégeuses que nous avons décrites, prirent naissance, se traduisant extérieurement par de légères boursouflures de l'écorce, et tous les insectes périrent en quelques jours, sans avoir pu dépasser le stade « Bouclier blanc ». Ces essais, renouvelés au mois d'août suivant, avec des larves de deuxième génération, donnèrent des résultats très différents : sur les porte-greffes de « Burlat » et de « Reverchon », la mortalité était à nouveau totale, mais les larves se fixèrent et se développèrent normalement sur le greffon ; sur « Anglaise hâtive » le résultat inverse fut obtenu et ce fut sur le porte-greffe que les larves parvinrent à se développer, le greffon restant indemne. Là où les larves étaient mortes, on observait encore la présence de réactions telles que nous les avons décrites. Un autre essai, commencé la même année, au début de septembre, donnait des résultats identiques au précédent.

L'ensemble de ces expériences fut alors repris en 1947 : les mêmes résultats ont été à nouveau obtenus, et les mêmes différences relevées dans les résultats des contaminations faites en début d'été et en fin d'été.

Il n'a pas été possible d'obtenir des renseignements précis sur le porte-greffe de ces sujets, et en particulier de savoir s'il était différent pour « Anglaise hâtive » de celui utilisé pour les deux autres variétés ; mais on peut trouver une explication au moins d'une partie de ces faits, au moins à celui que les contaminations les plus tardives réussissent mieux que celles de début de saison : après fructification en effet, le Cerisier s'achemine assez rapidement vers le repos végétatif et la circulation de sève se ralentit ; au moment de la sortie des larves de première génération du Pou de San José, il est donc en mesure de réagir facilement, alors qu'en fin de saison, ces réactions se produisent mal sinon pas du tout. C'est aux mêmes raisons que nous attribuons le fait que les Cerisiers qui ont pu être trouvés

spontanément contaminés et porteurs de fortes infestations de Pou de San José, étaient en général des sujets débilités, plus ou moins dépérissants, qui de ce fait réagissaient mal.

## B. — INFESTATION DANS LES CONDITIONS NATURELLES. INCIDENCES ÉCONOMIQUES

F. PEGAZZANO (38) reproche à la méthode des contaminations artificielles forcées d'entraver la « liberté de sélection » de l'insecte, et ainsi de ne permettre de donner une idée exacte du danger réel représenté par le Pou de San José pour les diverses essences végétales, dans les conditions naturelles. Il faut bien reconnaître l'exactitude de cette position, bien que le reproche d'entrave faite à la liberté de sélection de l'insecte puisse paraître non fondé, si l'on considère que la dissémination du Pou de San José est essentiellement passive (MATHYS) et que la jeune larve n'est guère en mesure de se déplacer par ses propres moyens d'un hôte à un autre (MELIS).

Nous avons déjà dit pour quelles raisons, essentiellement d'ordre pratique, on avait d'abord cherché seulement à savoir quelles espèces étaient ou non contaminables, sans se préoccuper alors des degrés que pouvaient présenter cette contaminabilité. Or, le potentiel de multiplication, et par conséquent la nocuité du Pou de San José, procèdent justement du degré de contaminabilité de l'hôte considéré : c'est ainsi par exemple, que sur certains hôtes, les colonies de l'insecte peuvent être rapidement menées à extinction par le jeu des interactions hôte-ravageur, combiné à celui des autres facteurs naturels.

En fait, l'importance économique du Pou de San José revêt deux aspects.

Le premier consiste en l'action directe de l'insecte sur le végétal, qu'il débilité, dont il amoindrit la récolte, qu'enfin il peut amener à périr. A cet égard, on peut dire qu'en dehors de rares exceptions, peut-être seuls sont à considérer les arbres fruitiers, qui figurent précisément parmi les espèces les plus sensibles.

On peut dire d'ailleurs que ce danger, en admettant qu'il ait pu être à l'origine, surestimé, n'a plus à l'être aujourd'hui : l'action combinée des mesures d'hygiène générale du verger, et des mesures de prophylaxie phytosanitaire, fait que le Pou de San José est en nette régression.

Mais on sait aussi que la nocuité du Pou de San José, pour ne considérer ici que les espèces fruitières ou assimilées, paraît, selon les latitudes, différente sur une même espèce. C'est ainsi qu'en France même, on a, dès le début des travaux, constaté que dans le foyer méditerranéen, le Pêcher était le plus attaqué, le Poirier l'étant rarement ou peu, alors qu'au contraire, dans la région Lyonnaise, le Poirier et le Pommier étaient les espèces les plus attaquées, le Pêcher l'étant rarement. Il semble que ce fait procède

surtout de causes historiques : le Pou de San José se serait, dans le Midi, surtout propagé à partir de pépinières de Pêchers, alors que dans le Lyonnais, il l'aurait surtout été à partir de pépinières de fruits à pépins. Dans les conditions expérimentales en effet à Tassin, la réceptivité du Pêcher au Pou de San José ne présente pas de différences avec celle du Pommier ou du Poirier, et même les contaminations de Pêcher à Pommier et Poirier, et inversement, à partir de souches élevées sur l'hôte primitif plusieurs générations durant, ne présentent aucune difficulté, ni de différences sensibles que les contaminations d'hôte à hôte de la même espèce. Il reste cependant, et bien que voici quelques années, une ou deux plantations de Pêchers fortement infestées aient pu y être découvertes, que l'on peut considérer dans la région Lyonnaise qu'en fait le Pou de San José, assez répandu sur Poirier et sur Pommier, n'y existe pratiquement pas sur Pêcher.

De même, alors que le Prunier, principalement les Pruniers japonais (ressortant il est vrai de l'espèce *Prunus salicina* comme le « Burbank » par exemple) est très fortement attaqué en Italie et en Espagne, voire en Afrique du Nord, on n'a noté que très peu d'infestations spontanées de Pruniers dans la région Lyonnaise ; or, dans les conditions expérimentales de Tassin, les Pruniers étaient pratiquement aussi contaminables que le Pommier. Nous devons toutefois signaler qu'à Tassin, nous avons noté l'extinction assez rapide, en trois ans, des infestations provoquées sur « Reine Claude d'Oullins » et sur « Mirabelle jaune de Metz ».

L'Abricotier, considéré comme contaminable, et qui l'est effectivement dans les conditions expérimentales, moins toutefois que le Pommier, n'a pratiquement jamais été observé comme contaminé naturellement dans la région Lyonnaise. Quant au cas du Cerisier, nous l'avons examiné plus haut.

Les Groseilliers et Cassis (*Ribes*) présentent un danger particulier : ils sont très fréquemment attaqués spontanément et paraissent être parmi les hôtes d'élection du Pou de San José. Or, considérés en général comme arbrisseaux d'importance secondaire, ils sont de ce fait le plus souvent négligés, ne subissent aucun traitement, et sont l'objet de relativement peu de soins ; les branches infestées de Pou de San José périssent assez rapidement, entraînant la mort des insectes qu'elles portent ; mais elles sont remplacées par des rejets qui prennent rapidement naissance et qui sont aussitôt réinfestés ; les *Ribes* constituent ainsi des foyers latents du ravageur, susceptibles, en l'absence de précautions, d'assurer l'infestation ou la réinfestation de plantations voisines plus importantes.

Dans nos essais, les *Rubus* n'ont pas permis l'évolution de l'insecte au-delà du deuxième stade ; il en est de même en Suisse et dans le midi de la France. Mais, d'après MARLATT, ils seraient facilement contaminables, et d'après POPOVA, ils sont contaminés en Crimée. Dans la région Lyonnaise nous ne les avons jamais observés comme contaminés.

Les Vignes, bien que contaminables expérimentalement, paraissent en général n'être pas attaquées. Elles peuvent l'être cependant au voisinage d'arbres fruitiers eux-mêmes fortement infestés. Certains auteurs limitent même à cette conjoncture les cas où la Vigne peut être attaquée par le Pou de San José ; dans un de ces cas, nous avons observé des contaminations très fortes, allant jusqu'à l'eneroûttement total de certains sarments (Mézériat 1950). Il convient cependant de remarquer à ce sujet que la Vigne constitue dans de très nombreux cas une monoculture, et que de moins en moins, les vignobles sont complantés d'arbres fruitiers, et qu'ils se trouvent donc en quelque sorte éloignés de foyers d'invasion possibles ; on peut peut-être attribuer, en partie au moins, à ces particularités, le peu d'observations que l'on possède.

L'autre aspect de l'importance économique du Pou de San José, est le danger que l'insecte représente pour des zones, des régions, des pays étrangers non encore envahis, pays qu'il est souhaitable de préserver d'une invasion, même si l'on considère que le danger réel a été surestimé. Ce point de vue justifie les mesures de prophylaxie prises à l'encontre des produits de pépinières (voire des fruits). Et à cet égard, on peut dire que toute espèce contaminable présente un certain danger, car elle peut être à l'origine d'un foyer latent, d'où sont susceptibles de partir de nouvelles invasions.

Ce danger n'est toutefois pas uniforme pour tous les végétaux et ceux-ci présentent d'autant plus de risques de pouvoir constituer un foyer d'invasion latent, qu'évidemment le Pou de San José s'y maintient plus longtemps.

Les plantes herbacées telles que le Fraisier par exemple, ou encore la Carotte, ne présentent donc pas ce risque, car le Pou de San José n'y survit pas à l'hivernage. *Desmodium penduliflorum*, plante vivace plus ligneuse, mais dont les parties aériennes périssent chaque hiver, est dans le même cas.

On peut estimer par contre que les espèces sur lesquelles on observe des contaminations spontanées *in situ* présentent un danger particulier. C'est pourquoi nous donnons ci-après la liste de nos observations à ce sujet en excluant de cette liste bien entendu, les arbres fruitiers :

*Carpinus betulus*  
*Fagus sylvatica*  
*Vitis vinifera*  
*Rosa* sp.  
*Prunus laurocerasus*  
*Crataegus oxyacantha*

*Salix babylonica*  
*Salix alba*  
*Akebia quinata*  
*Cerasus avium* (Merisier)  
*Cerasus mahaleb* (Ste Lucie)  
*Prunus padus*  
*Fragaria vesca*

Tassin 1949  
 Tassin 1946 et 1950  
 Mézériat 1948 et 1950  
 Neuville 1947 Tassin 1950  
 Tassin 1948 Conjux 1950  
 Ste Foy lès Lyon 1945 Dardilly 1950  
 Lentilly 1951  
 Tassin 1948  
 Tassin 1948  
 Tassin 1947  
 Beaunant 1946  
 Chaponost 1952  
 Tassin 1949  
 Chaponost 1951

## TABLEAU XIV

Maintien de l'infestation par *Quadraspidiotus perniciosus* des plantes sur lesquelles les tests de contamination avaient été positifs (Tassin).

Espèces	Maintien de l'infestation		Observations de 1954-1955
	après un hivernage	après deux hivernages	
<i>Yucca filamentosa</i> .....	o	—	o
<i>Salix babylonica</i> .....	+	+	++
<i>Populus pyramidalis</i> .....	+	+	++
<i>Populus lasiocarpa</i> .....	+	+	+
<i>Populus cordata</i> .....	+	+	++
<i>Juglans regia</i> .....	+	+	++
<i>Betula alba</i> .....	+	+	++
<i>Betula alba atropurpurea</i> .....	+	+	+++
<i>Corylus avellana</i> .....	o	o	+
<i>Corylus</i> sp. (pourpre) .....	o	—	o
<i>Carpinus betulus</i> .....	+	+	+
<i>Fagus sylvatica</i> .....	+	+	+
<i>Fagus sylvatica purpurea</i> .....	+	+	?
<i>Quercus robur</i> .....	+	+	+
<i>Ulmus campestris</i> .....	+	+	o
<i>Polygonum baldschuanicum</i> .....	—	—	?
<i>Clematis montana</i> .....	+	+	?
<i>Akebia quinata</i> .....	o	o	++
<i>Calycanthus occidentalis</i> .....	+	—	o
<i>Mahonia aquifolium</i> .....	o	o	o
<i>Mahonia fascicularis</i> .....	o	—	o
<i>Tilia argentea</i> .....	+	o	+
<i>Tilia dasistyla</i> .....	+	o	o
<i>Tilia platyphyllo</i> .....	+	o	o
<i>Hypericum patulum henryi</i> .....	+	o	o
<i>Choysia ternata</i> .....	+	o	?
<i>Citrus trifoliata</i> .....	+	+	++
<i>Aesculus hippocastanum</i> .....	+	+	+
<i>Aesculus rubicunda</i> .....	o	o	o
<i>Acer campestre</i> .....	+	o	o
<i>Acer platanoides</i> .....	o	o	?
<i>Acer pseudoplatanus schweidleri</i> .....	o	o	o
<i>Acer japonicum</i> .....	+	+	++
<i>Buxus sempervirens</i> .....	+	+	o
<i>Buxus japonica</i> .....	+	+	o
<i>Rhus cotinus atropurpurea</i> .....	+	+	?
<i>Rhus glabra laciniata</i> .....	+	?	?
<i>Ceanothus intermedius</i> .....	+	+	++++
<i>Ceanothus azureus</i> .....	+	+	++
<i>Ceanothus americanus</i> .....	+	+	++
<i>Ilex aquifolium</i> .....	+	+	o
<i>Prunus laurocerasus</i> .....	o	+	+
<i>Sorbus aucuparia</i> .....	+	+	++
<i>Crataegus oxyacantha</i> .....	+	+	++++
<i>Pyracantha coccinea</i> .....	+	+	++
<i>Kerria japonica</i> .....	+	+	+
<i>Rhodotypos kerrioides</i> .....	+	+	+
<i>Exochorda grandiflora</i> .....	+	o	o
<i>Spiraea opulifolia</i> .....	+	+	+
<i>Spiraea assurgens</i> .....	+	+	+
<i>Platanus orientalis</i> .....	+	+	?
<i>Tamarix odessana</i> .....	+	+	o
<i>Gleditschia triacanthos</i> .....	o	—	o
<i>Cercis siliquastrum</i> .....	o	—	o
<i>Cornus mas</i> .....	+	+	?

Signes conventionnels : + : examen positif (Insectes vivants. Dans la dernière colonne nous avons cherché à donner une appréciation de l'importance de l'infestation) ; o : examen négatif (Pas d'insectes vivants) ; — : non observé ; ? : observation impossible (végétal mort en général).

TABLEAU XIV (suite)

Espèces	Maintien de l'infestation		Observations de 1954-1955
	après un hivernage.	après deux hivernages.	
<i>Cornus controversa variegata</i> .....	+	+	?
<i>Cornus alba sibirica</i> .....	+	+	?
<i>Ribes aureum</i> .....	+	+	+
<i>Ribes gordonianum</i> .....	+	+	+
<i>Cytisus purpureus</i> .....	o	—	o
<i>Syringa vulgaris</i> .....	+	—	+
<i>Fraxinus ornus</i> .....	+	—	o
<i>Fraxinus excelsior</i> .....	+	—	o
<i>Catalpa bungei</i> .....	o	—	o
<i>Vitex macrophylla</i> .....	+	—	o
<i>Lonicera pileata</i> .....	+	o	?
<i>Lonicera tatarica</i> .....	+	o	?
<i>Diervilla floribunda</i> .....	—	—	o
<i>Symphoricarpos racemosus</i> .....	+	+	++
<i>Viburnum rhytidophyllum</i> .....	+	—	o

Nous signalerons que, comme il est évident, cette liste ne peut être considérée comme limitative en ce qui concerne les espèces présentant un danger particulier, et qu'elle ne fait que rendre compte de nos observations.

Par ailleurs, au tableau XIV, nous avons repris la liste des espèces sur lesquelles nos tests de contamination avaient été positifs (à l'exclusion des arbres fruitiers et des plantes herbacées) en indiquant les observations faites quant au progrès ou à la régression de l'infestation qui y avait été provoquée, successivement après un, puis deux hivers. Nous avons considéré que la contamination s'était maintenue lorsqu'après ces délais, nous avons pu observer des larves mobiles sur le végétal considéré. Au même tableau enfin, nous avons inscrit les résultats d'observations faites en 1954 et 1955, alors que, plus aucune expérience n'ayant été effectuée à Tassin depuis 1950, les végétaux se trouvaient donc depuis 4 à 5 ans dans les conditions naturelles normales d'un foyer de Pou de San José.

Nous considérons comme les plus contaminables, donc représentant le plus de danger pour la dissémination du Pou de San José, les espèces sur lesquelles l'infestation s'était maintenue au bout de ces 4 à 5 ans. Les espèces où l'infestation ne s'est pas maintenue après un hivernage seraient à considérer comme ne présentant que très peu, voire pas du tout de danger.

## RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

I. — Le Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* COMST) existe en France en un certain nombre de foyers épars, dont les principaux sont ceux de la Côte d'Azur, du Lyonnais, du Centre et d'Alsace. Il se reproduit dans la plupart de ces foyers, à raison fondamentalement de deux générations par an. Cependant, dans la région Lyonnaise lorsque les conditions

climatiques sont favorables, une troisième génération partielle peut prendre naissance. Dans les foyers les plus méridionaux, trois ou quatre générations peuvent apparaître.

2. — En général, dès la seconde génération, une importante proportion de larves entre en diapause dès le premier stade et passe l'hiver sous cette forme. Cette diapause, en cas de conditions climatiques défavorables et notamment dans le cas d'un rafraîchissement important de température survenant après le début de la sortie des larves mobiles, peut aussi intéresser la première génération. Les facteurs climatiques et en particulier la température semblent en effet jouer un rôle primordial dans le déclenchement de la diapause.

3. — Le stade hivernant fondamental est la larve de premier âge. Tous les autres stades périssent au cours de l'hiver, à l'exception parfois d'une proportion faible de femelles matures ; cette proportion est plus élevée dans les foyers les plus méridionaux où ces femelles peuvent même continuer à donner naissance dans le courant de l'hiver, à de jeunes larves ; ces dernières sont toutefois vouées à la destruction. La reprise de l'activité et la mue au deuxième âge en fin d'hiver se produisent pour l'ensemble des populations dans des délais assez brefs ; elles sont plus précoces d'un mois environ dans le Midi méditerranéen que dans la région Lyonnaise.

4. — Les élevages au laboratoire de femelles de Pou de San José, conduits en l'absence de mâles, indiquent que l'espèce n'est pas capable de se reproduire parthénogénétiquement, bien que les femelles non fécondées puissent survivre assez longtemps.

5. — Le Pou de San José est assez résistant aux variations climatiques. Au cours d'un hiver normal dans la région Lyonnaise, le taux de mortalité affectant les hivernants de premier stade est en général relativement bas et assez constant. Il augmente cependant de façon appréciable en fin d'hiver, pendant et peu après la mue au second stade.

En période estivale, ce sont surtout les conditions de température excessive qui provoquent une importante mortalité, notamment chez les stades jeunes (faits corroborés par les expériences d'élevage) ; au contraire, les populations résistent bien, sans aggravation notable du taux de mortalité, à de longues périodes de fraîcheur et d'humidité. Toutefois, l'allongement de la durée du cycle évolutif par temps frais, une fécondité moindre, avec aussi la possibilité d'apparition, chez les jeunes larves, de la diapause, dès la première génération, font que, en fin de compte, les étés chauds et secs paraissent plus favorables au développement des pullulations de Pou de San José.

6. — Un certain nombre de parasites et de prédateurs indigènes, étudiés par ailleurs, se sont adaptés au Pou de San José. Leur activité est assez inconstante et leur emploi en vue d'une lutte biologique dirigée ne peut guère être envisagé.

7. — Le Pou de San José est une espèce extrêmement polyphage. De nombreuses espèces végétales ont été l'objet de tests destinés à préciser leur réceptivité à l'Insecte : tous les degrés peuvent exister entre une non-contaminabilité absolue et une réceptivité maxima permettant le développement optimum du Pou de San José. La contaminabilité n'est pas obligatoirement de même ordre à l'intérieur d'un genre botanique, à plus forte raison à l'intérieur d'une famille : il existe toutefois certaines familles comptant un grand nombre d'espèces sensibles (Rosacées par exemple), d'autres comptant presque exclusivement des espèces résistantes (Papilionacées). La réceptivité des espèces végétales au Pou de San José paraît aussi subir des variations attribuables au climat, aux conditions de culture, à la nature du sol, etc. Dans les conditions naturelles d'ailleurs, le nombre d'espèces spontanément infestées et chez lesquelles cette infestation se maintient ou croît, est relativement restreint.

8. — Diverses remarques ont pu être faites au sujet de l'immunité ou de la tolérance de certaines espèces végétales au Pou de San José : elles peuvent être dans certains cas le fait de la constitution anatomique même de la plante, voire de réactions à caractère défensif (facteurs « mécaniques ») ; dans d'autres cas, elles peuvent être attribuées, soit à la composition proprement dite de la sève, soit à l'état physiologique du végétal, ces deux caractères pouvant d'ailleurs être plus ou moins liés l'un à l'autre (facteurs « physiologiques »). D'autre part, quelques observations tendraient à démontrer que l'Insecte n'est pas dépourvu d'une certaine plasticité biologique, lui permettant, le cas échéant, de s'adapter à des hôtes inhabituels.

*Reçu pour publication le 23 juillet 1956.*

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — Arrêté du 20 août 1954 portant délimitation des zones contaminées par le Pou de San José, et des zones de protection.
- (2) ACKERMANN (A. J.). — Preliminary report on control for San José Scale with lubricating oil emulsions. *U. S. Dpt. Agr. Circ.*, n° 263, Washington, june 1923.
- (3) AGUILAR (d' J.), ALLEGRET (P.) et VASSEUR (R.). — Premières observations sur les parasites du Pou de San José (*Quadraspidotus perniciosus* COMST.) dans le Lyonnais. *Ann. Epiph.*, XIV, p. 1-6, 1948.
- (4) ANTONGIOVANNI (E.). — Prove sull'efficacia di alcuni prodotti a base di Parathion nella lotta invernale contro le Cocciniglie delle piante da frutto. Tiré à part, 22 p., Montecatini, éd. Milano, 1954.
- (5) BAGGIOLINI (M.), GEIER (P.) et MATHYS (G.). — Contaminabilité par le Pou de San José (*Quadraspidotus perniciosus* COMST.) des végétaux ligneux les plus communs en Suisse. *Landwirtsch. Jahrb. Schweiz*, n° 9-10, p. 931-937, 1951.
- (6) BALACHOWSKY (A.), et MESNIL (L.). — Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Paris, 1935.

- (7) BENASSY (C.). — Remarques sur deux Aphelinidés *Aphytis mytilaspidis* Le Baron et *Aphytis proclia* Wulker, *Ann. INRA série C (Ann. Epiph.)*, VI, p. 11-17, 1955.
- (8) BÖHM (H.). — Sommerbekämpfung der San José-Schildlaus (*Quadraspidiotus perniciosus* COMST). *Pflanzenschutz-Ber.*, III, p. 1-9, 1949.
- (9) BÖHM (H.). — Untersuchungen über die San José-Schildlaus (*Quadraspidiotus perniciosus* COMST, *Pflanzenschutz-Ber.*, VI, p. 66-76, 1951.
- (10) BRANDT (H.). — Die Verbreitung der San José-Schildlaus in Italien (Unter besonderer Berücksichtigung neuer Italienischen Angaben). *Anz. f. Schädlingskd.*, XXI, p. 103-107, 1948.
- (11) DURR. (H. J. R.). — The effect of parathion on the *perniciosus*-Scale *Aspidiotus perniciosus* COMST., *J. Ent. Soc. South Afr.*, XIV, p. 200-201, 1951.
- (12) FULMEK, L. — Verbreitung und Nährpflanze der San José-Schildlaus in der Ostmark. *Arb. Physiol. Angew. Ent.*, VII, p. 177-182, 1940.
- (13) FULMEK (L.). — Die eigentlichen Gefahren der San José-Schildlaus in der Ostmark. *Z. Ang. Ent.*, XXVIII, p. 462-465, 1941.
- (14) GAMBARO (P.). — Il ciclo biologico dell' *Aspidiotus perniciosus* COMST nel Veronese. *Mem. Soc. Entom. Ital.*, XXVI, p. 48-58, 1947.
- (15) GAMBARO (P.). — Lo stadio ibernante dell' *Aspidiotus perniciosus* COMST. *Atti Ist. Veneto Cl. Sci. Mat. Nat.*, CVIII, p. 139-143, 1950.
- (16) GAMBARO (P.). — Osservazioni sul grado di fecondità dell' *Aspidiotus perniciosus* COMST (Hemipt. Coccoidea) nel Veneto. *Boll. Soc. Entom. Ital.*, LXXX, p. 75-82, 1950.
- (17) GEIER (P.). — Note préliminaire sur l'hivernage de *Quadraspidiotus perniciosus* COMST. *Mitt. Schw. Ent. Ges.*, XXIII, p. 329-336, 1950.
- (18) GOIDANICH (A.). — Su alcuni calcidioidei Afelinidi parassiti del *Aspidiotus perniciosus* COMST in Italia. *Boll. Ist. Ent. Ital.*, XV, p. 184-202, 1946.
- (19) GRANDORI (R.). — Stadi ibernanti di *Aspidiotus perniciosus* COMST. *Boll. Zool. Agr. e Bachicoltura*, XVI, p. 29-35, 1950.
- (20) GRANDORI (R.). — Nuovi esperimenti contro *Aspidiotus perniciosus* e contro *Cydia pomonella* mediante « Gesafid ». *Boll. Zool. Agr. e Bachicoltura*, XVI, p. 85-90, 1950.
- (21) HAMMER (O. H.). — The triethanolamine salt of Dinitro-o-sec-buthylphenol to control certain pests on Fruit Trees. *J. Econ. Ent.*, XLII, p. 380-383, 1949.
- (22) JANECEK (M.). — San José-Schildlaus Beobachtungen im Oggau am Neusiedlersee während des Sommers 1940. *Arb. Phys. Ang. Ent.*, VIII, p. 145-165, 1941.
- (23) JANECEK (M.). — *Cybocephalus politus* GERM. ein Feind der San José-Schildlaus. *Arb. Phys. Ang. Ent.*, IX, p. 237-240, 1942.
- (24) KAWECKI (Z.). — (San José Scale *Quadraspidiotus perniciosus* COMST in Europe and its appearance in Poland). *Polsk. Akad. Umiejtnosci. Prace Rolniczo Lesne nr 55*, 53 p., Krakow, 1950.
- (25) KIRICHENKO (A. et A. A.). — (The San José Scale in the conditions of the USSR). *Comiss. Agr. Div. Pl. Quar. Ukrainian Lab. Gouvern. Printing Off. Moscou*, 1937, (Rés. anglais).
- (26) KLEMM (M.). — Die San José-Schildlaus (*Aspidiotus perniciosus* COMST) im Nordkaukasus. *Arb. Phys. Ang. Ent.*, XI, p. 1-24, 1944.
- (27) LAPORTE (M. L.). — Les parasite du Pou de San José en Algérie. *Ann. Inst. Agr. Alg.*, V, p. 9-12, 1950.
- (28) MARLATT (C. L.). — The San José or Chinese Scale. *U. S. Dept. Agr. Bur. Ent. Bull.*, n° 62, Washington, 1906.
- (29) MELIS (A.). — Contributo alla conoscenza dell' *Aspidiotus perniciosus* COMST. *Redia*, XXIX p. 1-170, 1943.
- (30) MELIS (A.). — Precisazioni morfo-biologiche sull' *Aspidiotus perniciosus* COMST. *Redia*, XXXVI, p. 1-91, 1951.

- (31) NEPVEU (P.) et VASSEUR (R.). — Sur la contaminabilité des plantes horticoles et spontanées par le Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* COMST). *C. R. Acad. Agr. Fr.*, XXXII, p. 415-418, 1946.
- (32) NEPVEU (P.) et VASSEUR (R.). — La contaminabilité de la flore horticole française par le Pou de San José *Quadraspidiotus perniciosus* COMST. *Ministère de l'Agriculture. Document phytosanitaire n° 5*, 41 p. Paris, 1948.
- (33) NEWCOMER (E. J.) et YOTHERS (M. A.). — Experiments for the control of the San José Scale with lubricating oil emulsions in the Pacific North-West. *U. S. Dept. Agr. Circ.*, n° 175, Washington, 1931.
- (34) O'NEILL (W. J.). — DDT and Parathion for San José Scale control. *J. Econ. Ent.*, XLIV, p. 709-711, 1951.
- (35) Organisation européenne pour la protection des plantes. — Séances techniques de la première réunion du Conseil (Paris 18-21 avril 1951), p. 28-42, 1951.
- (36) Organisation européenne et méditerranéenne pour la protection des plantes. — Rapport du Groupe de travail pour l'étude du Pou de San José. Lyon, 29-30 mars, 1955.
- (37) PEGAZZANO (F.). — Ricerche biologiche sulla Cocciniglia di San José. *Comstockaspis (Aspidiotus) perniciosus* COMST., *Ann. Fac. Agr. Pisa.*, N. S., VIII, p. 178-188, 1948.
- (38) PEGAZZANO (F.). — Contributo alla conoscenza del reale pericolo rappresentato dal carattere polifago dell' *Aspidiotus perniciosus*, COMST, *Redia*, XXXVI, p. 251-265, 1951.
- (39) PIERANTONIO (R.). — Contributo alla conoscenza degli stadi ibernanti di *Quadraspidiotus (Aspidiotus) perniciosus* COMST., *Ann. Fac. Agr. Milano*, I, p. 227-234, 1952.
- (40) POPOVA (A. I.). — (Ecologo-economic foundation and development of a system of measures for protection of Fruit Trees Plantations from *Aspidiotus perniciosus*). *Summary of the Scientific research work of the Institute of Plant Protection for the year 1935*. Leningrad, 1936. (Résumé anglais, *R.A.E.*, XXV, p. 148, 1937.)
- (41) POPOVA (A. I.). — (The San José Scale), *Plant Prot.*, n° 17, Leningrad, 1938.
- (42) SCHUHMAN (G.). — Die Einwirkung des Diäthyl-p-nitrophenyl Esters der Thiophosphorsäure auf die San José (Schildlaus *Quadraspidiotus perniciosus* COMST. *Z. Ang. Ent.*, XXXVI, p. 284-303, 1954.
- (43) SCHVESTER (D.). — Sur les prédateurs du Pou de San José dans la région Lyonnaise. *Bull. Soc. Linn. Lyon.*, XXII, p. 7-8, 1953.
- (44) SCHVESTER (D.). — Essais complémentaires de formules insecticides d'hiver contre certaines Cochenilles Diaspines. *Rev. Zoo. Agr. Appl.*, LIII, p. 121-125, 1954.
- (45) SNAPP (O. L.) et THOMPSON (J. R.). — Experiments with oils and Lime-sulfur for the control of the San José Scale on Peach Trees in the South., *U. S. Dept. Agr. Techn. bull.*, n° 352, Washington, 1943.
- (46) STRUKOVA (M. P.). — (Ecological study of San José Scale and injuries caused in the Maïkop Region of the Azov-Black Sea District). *Summary of the Scientific research Work of the Institute of Plant Protection for the year 1935*. Leningrad, 1936. (Résumé anglais *R. A. E.*, XXV, p. 149, 1937.)
- (47) SWINGLE (H. S.) et SNAPP (O. L.). — Petroleum oil and oil emulsions as insecticides and their uses against the San José Scale on Peach Trees in the South. *U. S. Dept. Agr. Techn. Bull.*, n° 253, Washington, 1933.
- (48) TELENGA (N. A.) et BOGUNOVA (M. V.). — (Parasites and predators of Scales and Aphids in the Far East District). *Summary of the Scientific research Work of the Institute of Plant Protection for the year 1935*, p. 270-271, Leningrad, 1936. (Résumé anglais *R.A.E.* XXV, p. 149, 1937.)
- (49) THIEM (H.). — Die San José Schildlaus und ihre Bedeutung für den deut-

- schen Obstbau. *Biol. Zentralanst. Braunschweig.*, Flugblatt, K, 16, 8 p., 1949.
- (50) THIEM (H.). — Die Wirtspflanzen der San José Schildlaus und ihre Bedeutung. *Z. Ang. Ent.*, XXXV, p. 91-122, 1953.
- (51) TROUVELOT (B.) et VEZIN (Ch.). — Le Pou de San José sur les cultures fruitières en France. *C. R. Acad. Agr. Fr.*, XXVIII, p. 1-12, 1942.
- (52) USIN (V.) et POBEGAJLO (I.). — Le Pou de San José et son apparition en Yougoslavie. *Zahst. Bilja Jugosl.*, n° 24, p. 47-78, 1954.
- (53) VASSEUR (R.). — Quelques données sur la biologie du Pou de San José dans la région Lyonnaise. Perspectives nouvelles de lutte chimique. *La Pomologie Française*, LXXXVI, p. 47-51, 1949.
- (54) VASSEUR (R.) et AUBANEL (G.). — Quelques aspects de l'étude écologique des Cochenilles diaspinées en relation avec la culture du Murier. (*VII<sup>e</sup> Congr. Sericicole International*, Alès, 1948.)
- (55) VASSEUR (R.) et BIANCHI (H.). — Quelques données nouvelles sur la lutte chimique contre le Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* COMST). *C. R. Acad. Agr. Fr.*, XXXV, p. 280-282, 1949.
- (56) VASSEUR (R.), SCHVESTER (D.) et BIANCHI (H.). — Sur l'effet aphicide de certains traitements contre le Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* COMST). *Ann. INRA Sér. C. (Ann. Epiph.)*, III, p. 339-350, 1952.
- (57) VASSEUR (R.) et BIANCHI (H.). — Sur l'efficacité de produits insecticides divers utilisés contre les Cochenilles Diaspinées des arbres fruitiers en traitement d'hiver. *Ann. INRA, Sér. C. (Ann. Epiph.)*, IV, p. 45-58, 1953.
- (58) VASSEUR (R.) et BIANCHI (H.). — Sur l'efficacité de diverses formules insecticides d'hiver contre les Cochenilles des arbres fruitiers. *Rev. Zoo. Agr. Appl.* III, p. 76-83, 1953.
- (59) VASSEUR (R.) et BENASSY (C.). — Sur la faune parasitaire du Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* COMST) dans la région Lyonnaise et ses relations avec les conditions climatiques. *Ann. INRA. Sér. C. (Ann. Epiph.)*, IV, p. 283-290, 1953.
- (60) WATZL (O.). — Entwicklungsdaten, Bekämpfbarkeit und Schadensbedeutung der San José Schildlaus. *Zeit. Ang. Ent.*, XXV, p. 92-100, 1938.
- (61) WAHL (B.). — Erfahrungen über die San José Schildlaus. *Nahrbl. f. d. Deutsch. Pflanzenschutzdienst.*, XV, p. 40, 1935.
- (62) ZWEIGELT (F.). — San José-Schildlaus im Weinbau. *Z. Ang. Ent.*, XXXIII p. 137-141, 1951.
-

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE BIOLOGIQUE  
DU *NECTRIA GALLIGENA* BRES.  
AGENT DU CHANCRE DU POMMIER

PAR

**J. BULIT**

Station centrale de Pathologie végétale, Versailles.

---

**PLAN DU MÉMOIRE**

- I. — Introduction.**
  - II. — Données bibliographiques.**
  - III. — Identification du parasite.**
  - IV. — Description des chancres.**
  - V. — Appréciation de l'émission sporifère.**
  - VI. — Établissement et comportement des chancres.**
  - VII. — Principes d'une méthode de lutte.**
  - Résumé.**
  - Bibliographie.**
- 

**I. — INTRODUCTION**

La maladie du « chancre » du Pommier est répandue dans le monde entier. Elle a fait l'objet de nombreuses recherches. Cependant c'est plus spécialement en Europe occidentale qu'elle acquiert un degré de développement accusé, d'où le nom de « chancre européen » qui lui est donné.

En France, la maladie exerce régulièrement ses ravages dans les régions de culture traditionnelle du Pommier. Certaines variétés à cidre des provinces normande et bretonne sont très sensibles au chancre, et on peut attribuer à cette affection la disparition presque complète de quelques-unes d'entre elles.

Dans les plantations de type industriel, le chancre existe à l'état endémique, normalement contenu par les précautions sanitaires usuelles. Mais certaines années, on assiste à une véritable explosion de la maladie, comme ce fut le cas au printemps 1955. D'après ce qui est connu du cycle évolutif du parasite, il faut incriminer la forte pluviosité de l'automne

1954, qui a favorisé l'installation du champignon au moment de la chute des feuilles. Un fait identique avait été signalé en 1921 par WILTSHIRE qui établissait une relation entre l'abondance des chancres sur le bois de 1920, et la pluviosité de l'automne de cette même année. En 1955 les différences variétales de sensibilité ont joué au maximum et nous avons rassemblé quelques observations susceptibles de compléter ce qui est déjà connu sur la sensibilité des variétés. Il nous a été ainsi donné de constater les cas suivants :

— dans un verger de l'Aisne, les variétés Reinette grise de Canada et Reinette blanche de Canada ont été sévèrement attaquées. En juin 1955, on comptait jusqu'à 9 chancres, portant des fructifications, développés sur des pousses de 60 cm de long. En juillet 1956, 30 p. 100 en moyenne de pousses chancreuses pouvaient être observées sur les arbres de ces variétés. Dans le même verger, des pommiers de la variété La Nationale, plantés à proximité des Reinettes sont cependant restés indemnes de chancres, alors que des Boskoop et Starking Delicious, plantées en mélange, étaient très faiblement attaquées.

— dans deux autres vergers de l'Aisne, on a signalé des attaques graves de chancre sur des Pommiers Reine des Reinettes âgés de 9 ans, ainsi que sur la variété Richard Red.

— dans les Deux-Sèvres, une plantation de 40 ha (arbres greffés depuis 2 ans) a été compromise. King David était la plus touchée, Golden Delicious l'était à un degré moindre.

— en Loir-et-Cher, Reinette du Mans, qui est considérée comme très sensible, portait 30 p. 100 de pousses chancreuses. Dans la Sarthe la même variété accusait un pourcentage plus élevé encore.

— en Seine-et-Marne, les variétés d'intérêt local telles que Faro, Barré, sont sensibles. On a noté encore la résistance de la pomme La Nationale.

Ces quelques observations montrent la fréquence et l'importance des dégâts dus au chancre sur le Pommier. La nécessité de lutter contre un parasite aussi actif en même temps que les difficultés connues pour établir les moyens de lutte, nous ont incités à reprendre l'étude de certaines caractéristiques biologiques du parasite.

Les conditions de production et de libération des ascospores et macroconidies — organes de la contamination — du *Nectria galligena* Bres., font l'objet de ce mémoire.

## II. — DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

Des données importantes sont déjà établies concernant la biologie et les méthodes de lutte applicables à l'égard du *Nectria* du Pommier. Nous nous bornerons aux principales.

### Périodes et voies de pénétration.

WILTSHIRE (1921) a été le premier à faire un rapprochement entre les chancres apparaissant autour des bourgeons axillaires des jeunes pousses, et les possibilités de contamination existant au niveau des cicatrices foliaires situées au-dessous de ces bourgeons. Les observations de GRUBB (1921), ZELLER (1929), et plus récemment, MARSH (1939) et CROWDY (1952) confirment cette hypothèse.

WILTSHIRE montre en outre qu'il y a deux périodes principales pour la réalisation des infections : le début de l'automne aussitôt après la chute des feuilles, et le printemps au moment du gonflement des bourgeons. En dehors de ces périodes, les infections sont possibles, mais peu nombreuses. WILTSHIRE envisage que la pénétration du champignon se fait par des craquelures qui apparaissent, soit dans le liège superficiel de la cicatrice foliaire, juste après la chute de la feuille quand les tissus commencent à subir un début de dessiccation, soit au débourrement quand les bourgeons, gonflant très vite, l'écorce ne peut suivre leur croissance.

Etudiant la pénétration du *Nectria galligena* Bres. par les cicatrices foliaires chez les Pomacées, et spécialement chez le Poirier, ZELLER réalise des inoculations artificielles à l'aide de conidies et d'ascospores. Le pourcentage de réussite est en général élevé lorsque l'inoculation est faite aussitôt après l'effeuillage. Il est par contre faible lorsqu'il s'écoule une semaine entre l'effeuillage et l'inoculation. ZELLER émet alors l'hypothèse qu'une certaine « succion » capillaire intervient au moment de la chute des feuilles pour faciliter l'introduction des spores dans les vaisseaux ouverts au niveau des cicatrices foliaires.

MARSH (1937 et 1938) étudie sur la variété Cox's Orange, la sensibilité des cicatrices foliaires pendant le repos de la végétation. Il pratique des infections artificielles, échelonnées de 2 en 2 mois au moins, par application de fragments de culture pure de *Nectria galligena* Bres., protégés par des bandages de crépe. Il conclut que l'infection est possible seulement en octobre et avril.

Après avoir constaté l'importance des chancres de cicatrices foliaires dans le Sud-Ouest de l'Angleterre, CROWDY a repris l'hypothèse de ZELLER et montre que des contaminations se produisent par des spores « aspirées dans les vaisseaux » lorsque les cicatrices sont fraîches. Les spores germent aussitôt dans ce milieu relativement favorable. Si le développement du champignon peut se poursuivre, il aboutit à la formation rapide d'un chancre qui est visible au plus tard en avril. Si, par contre, le mycélium est limité par une barrière de liège ou une formation gommeuse, il reste vivant plusieurs mois et ce n'est qu'au printemps suivant qu'il gagne les tissus sains avoisinants, à la faveur

des dissociations tissulaires au moment du gonflement des bourgeons. Les chancres résultant de ces lésions limitées s'extériorisent encore en juillet.

A côté des cicatrices foliaires qui sont des blessures naturelles de la plante-hôte, il faut mentionner les plaies de taille — blessures provoquées — qui servent aussi de porte d'entrée pour le champignon.

ZELLER indique que la contamination des plaies de taille se produit plus facilement à l'automne. MARSH observa fréquemment des chancres développés sur des plaies de taille au printemps et au début de l'été et montre que d'octobre à mars les surfaces de coupe fraîchement réalisées sont sensibles à l'infection, mais qu'au bout de 2 mois environ elles deviennent naturellement réfractaires. CRODWY (1949) fait l'étude anatomique des chancres et montre que *Nectria galligena* Bres. exploite tous les tissus corticaux. Il peut aussi pénétrer dans le xylème à une certaine profondeur en envahissant le parenchyme ligneux, les vaisseaux et les fibres. Dans le parenchyme ligneux et les vaisseaux, l'extension du parasite est contenue par des barrières gommeuses et des thylls. Mais il ne peut se former de barrières défensives au contact des fibres. La présence du parasite dans les fibres pourrait expliquer la formation de chancres sur des plaies de taille partiellement cicatrisées. Le développement de ces chancres confinés résulterait d'une rupture d'équilibre entre la croissance du champignon et la défense de l'hôte.

### La sporulation du parasite.

WILTSHIRE avait déjà signalé que les ascospores du *Nectria galligena* Bres. peuvent être projetées hors des périthèces. MUNSON (1939) montre que cette décharge se fait avec une certaine force et jusqu'à 3 cm de distance. Typiquement les 8 ascospores d'un asque restent groupées lors de la projection. La décharge ascosporee n'a lieu que par temps de pluie. Etudiant la répartition des projections d'ascospores au cours de l'année, l'Auteur trouve que celles-ci ont lieu par temps pluvieux en toutes saisons, avec cependant un maximum en janvier-février et un minimum pendant les mois d'été. L'émission des conidies, qui est un phénomène passif, n'intervient également que par temps pluvieux et le maximum des émissions se place en octobre. Le pouvoir germinatif des deux types de spores est considérable : ascospores et conidies germent fréquemment à raison de 95 p. 100. Les températures basses interviennent sur la germination moins pour l'inhiber que pour la freiner. A 5° par exemple, la germination des ascospores ne commence qu'au bout de 36 h, mais est complète après 4 jours environ.

### La lutte contre le chancre.

Un grand nombre d'Auteurs ont constaté l'action favorable des pulvérisations cupriques à titre préventif. WILTSHIRE et SPINKS (1921) obtiennent une réduction du taux des contaminations en pulvérisant en décembre une solution de stéarate de cuivre. GRUBB admet que les traitements effectués en cours de végétation réduisent le pourcentage d'infection des cicatrices foliaires à l'automne. ZELLER mentionne qu'une bouillie bordelaise assure une protection satisfaisante des cicatrices foliaires soit qu'on l'applique immédiatement après des inoculations artificielles, soit encore une semaine après. Pour MARSH il faut effectuer un traitement en automne et un autre en mars. Le produit le plus efficace est un mélange de bouillie bordelaise et d'huile de pétrole émulsionnée. Cependant CROWDY (1949) note qu'un programme intensif de traitements en été ne donne pas de résultats satisfaisants, pas plus que le traitement préventif ordinaire fait en hiver. BYRDE, CROWDY et ROACH (1952) ont comparé l'action de traitements à la bouillie bordelaise échelonnés de novembre à avril, d'une part sur un lot d'arbres très chancreux, d'autre part sur un lot d'arbres sévèrement taillés. Sur les arbres très chancreux, les traitements préventifs d'hiver n'ont eu aucun effet sur la contamination des cicatrices foliaires, mais cette contamination a été considérablement réduite par la suppression et l'excision des chancres.

La lutte contre le chancre a également été envisagée par action directe sur les spores. Cette méthode tient compte des résultats obtenus à l'égard d'autres organismes pathogènes. C'est ainsi que KEITT (1939) a montré l'effet dépressif remarquable du dinitro-ortho-crésol sur la maturation des périthèces de tavelure. De même, BYRDE (1950) a supprimé la sporulation des momies du *Sclerotinia fructigena* Aderh. et Ruhl. en employant le chlorure de phényl-mercure. A l'égard du *Nectria*, BYRDE, CROWDY et ROACH (1952) délinissent l'activité du chlorure de phényl-mercure qui interdit la sporulation des chancres pendant 18 mois. Appliqué avant la chute des feuilles, le produit mercurique a réduit de façon significative le taux d'infection des cicatrices foliaires en diminuant considérablement l'inoculum disponible. Mais ce produit, de même que le pentachlorophénate de sodium, n'affecte cependant pas le développement des chancres déjà installés, ceux-ci continuant à gagner en surface et en profondeur.

### III. — IDENTIFICATION DU PARASITE

Les travaux de WOLLENWEBER (1928, et de RICHTER (1928) ayant montré que deux espèces de *Nectria* pouvaient former des lésions chancreuses sur le Pommier : *Nectria galligena* Bres. et *Nectria ditissima* Tul.,

il était nécessaire, au préalable, d'identifier le parasite étudié à Versailles, en 1954-55 sur 4 variétés différentes de Pommier.

L'aspect des lésions ne présente pas de variations sensibles et les fructifications — périthèces et sporodochies — se ressemblent par leur forme, couleur et répartition. Une étude biométrique des 2 types de spores — ascospores et macroconidies — a été réalisée sur des spores recueillies en automne à l'aide de lames vaselinées. Pour les macroconidies, seules les spores à 1, 3 et 5 cloisons ont été retenues car la septation semble apparaître suivant un mode impair. On a pensé réduire de cette façon, la grande variabilité introduite par des spores possédant un nombre pair de cloisons et sur le point d'en acquérir une supplémentaire, ce qui se traduit toujours par l'existence d'une loge de dimension anormale par rapport aux autres. Les conidies pourvues de 7 cloisons sont toujours exceptionnelles.

Les résultats de cette étude biométrique figurent dans le tableau ci-dessous : (dimensions en  $\mu$ )

Variétés		Ascospores	Conidies		
			5 cloisons	3 cloisons	1 cloison
Calville blanc .	Moyenne Arithmétique		46 $\times$ 3,8	37 $\times$ 3,5	23,5 $\times$ 3
Canada blanc .		17 $\times$ 6,5	52,5 $\times$ 4	38 $\times$ 3,5	24,5 $\times$ 3
Canada gris . .		17 $\times$ 7	50 $\times$ 4	37 $\times$ 3,5	22 $\times$ 3
Belle Fille rose.		18 $\times$ 6,5	47,5 $\times$ 4	37 $\times$ 3,5	24 $\times$ 3
Calville blanc .	Extrêmes		53-40 $\times$ 4,8-3,3	47,5-26,5 $\times$ 4,3-2,8	34-15 $\times$ 3,8-2,8
Canada blanc .		21-14 $\times$ 7,5-5,5	64,5-41,5 $\times$ 5-2,8	49,5-28,5 $\times$ 4,8-2,8	43,5-17 $\times$ 3,8-2,8
Canada gris . .		24,5-14 $\times$ 8,5-5,5	62,5-34 $\times$ 4,5-3,3	49,5-26,5 $\times$ 4,5-2,8	32-13 $\times$ 3,8-2,3
Belle Fille rose.		27,5-14 $\times$ 8,5-4,8	59-40 $\times$ 4,8-3,8	51-26,5 $\times$ 4,8-2,8	45,5-17 $\times$ 3,8-2,4
Calville blanc .	Fréquence		51-42 $\times$ 4,3-3,3	43,5-30,5 $\times$ 3,8-3,3	30-19 $\times$ 3,8-2,8
Canada blanc .		19-15 $\times$ 7-5,5	60-43,5 $\times$ 4,3-3,3	45,5-30,5 $\times$ 3,8-2,8	30,5-21 $\times$ 3,8-2,8
Canada gris . .		21-15 $\times$ 7,5-6,5	60-43,5 $\times$ 4,3-3,8	43,5-30,5 $\times$ 3,8-2,8	28,5-17 $\times$ 3,8-2,3
Belle Fille rose.		22,5-15 $\times$ 7,5-5,5	55-42 $\times$ 4,3-3,8	47,5-28,5 $\times$ 4,3-3,8	28,5-17 $\times$ 3,8-2,8

La comparaison des dimensions de chaque type de spores sur chacune des 4 variétés de Pommier considérées permet les conclusions suivantes :

— les ascospores ne présentent pas de différences d'une variété à l'autre ;

— les conidies forment une population plus hétérogène, surtout les conidies uniseptées.

Cependant si l'on ne tient compte que des valeurs moyennes et de la fréquence, les données biométriques deviennent concordantes.

On peut conclure par conséquent que le parasite étudié est unique et identique sur les 4 variétés de Pommier en expérience. Par ailleurs, les dimensions indiquées sont en accord avec celles données par divers auteurs pour *Nectria galligena* Bres.

	Ascospores de <i>Nectria galligena</i> BRES.	Macroconidies de <i>Cylindrocarpon mali</i> (All.) W1.
D'après Wollenweber.....	16,8 × 6,6 $\mu$	3 septées : 41 × 5 $\mu$ 5 " 56 × 5,5 $\mu$ 7 " 68 × 5,5 $\mu$ 65 × 4-5 $\mu$
— Zeller.....	14-22 $\mu$	
— Westerdijk.....	17-18 $\mu$	
— Viennot-Bourgin ...	14,6-21,7 × 6-6,8 $\mu$	sur rameaux : 2 septées 52-53 $\mu$ sur pousse des rameaux 20-37,5 × 3-4,5 $\mu$
— Cayley.....	15-21 × 6-8,5 $\mu$	5-7 septées 65-75 × 4-5 $\mu$
— Munson.....		3 septées 38 × 4,8 $\mu$ 5 septées 54 × 5,4 $\mu$

La largeur des macroconidies, en général plus réduite que l'admettent WOLLENWEBER et MUNSON, doit être considérée comme caractère variable suivant les conditions de milieu ainsi que le précisent les mensurations de VIENNOT-BOURGIN confirmées par nos propres observations.

Enfin le champignon du chancre des Pommiers à Versailles s'identifie à *Nectria galligena* Bres. par les dimensions des ascospores qui le distinguent nettement de *Nectria ditissima* Tul., à ascospores plus petites (14,4 × 6,1  $\mu$ ).

#### IV. — DESCRIPTION DES CHANCRES

Les chancres choisis pour l'étude des projections de spores se répartissent comme suit sur les variétés de Pommier à Versailles.

— Chancre I sur Reinette grise de Canada. Vieux chancre sur grosse branche, porteur de périthèces assez nombreux et de quelques sporodochies localisées à sa périphérie.

— Chancre II sur Calville blanc. Vieux chancre sur une ramification tertiaire de branche charpentière. La partie centrale, la plus âgée, manifeste une cicatrisation avec bourrelets corticaux enveloppant le bois mis à nu. Une partie marginale de la lésion évolue encore. Nombreuses sporodochies.

— Chancre III sur Calville blanc. Identique au chancre II.

— Chancre IV sur Reinette blanche de Canada. Chancre relativement âgé sur bois de 4 ans, en pleine activité, porteur de sporodochies et de rares périthèces.

— Chancre V sur Belle Fille rose. Vieux chancre sur grosse branche. Sur l'écorce de la partie centrale en voie de desquamation, on trouve de nombreux périthèces.

— Chancre VI sur Reinette blanche de Canada. Chancre sur grosse branche porteur de périthèces.

Les chancres I, II, III, IV, ont été mis en observation le 15 octobre

1953, le chancre V à partir de décembre 1953 et le chancre VI à partir du 15 janvier 1954. Les observations ont été poursuivies jusqu'à la fin de l'année 1955.

En 1953-54 on a suivi le groupe des 4 chancres : I, II, III, IV et en 1954-55 le groupe des 6 chancres : I, II, III, IV, V, VI.

Pour les chancres II et III, très étendus en longueur, les lames vaselinées ont été disposées en regard des parties périphériques en pleine évolution, qui conféraient à ces 2 chancres un caractère de jeunesse.

## V. — APPRÉCIATION DE L'ÉMISSION SPORIFÈRE

Nous avons précisé que le but principal de cette étude est l'examen des conditions de production et d'émission des spores du *Nectria galligena* Bres.

A cet effet, nous avons repris, en 1953-54, la méthode de comptage adoptée par MUNSON en 1939. Les projections de spores ont été recueillies sur des lames vaselinées, placées à environ 3 cm des chancres sur des supports fixes, disposés de façon à éviter le lessivage de la face vaselinée des lames et à ne pas abriter les chancres des pluies. En principe les lames vaselinées ont été renouvelées toutes les 24 h. En fait à certains moments, des lames restées en place pendant plusieurs jours, ont dû recueillir plusieurs projections consécutives.

Le comptage des spores a été fait pour chacun des 4 chancres séparément, en utilisant la même grille que celle décrite par MUNSON. On a compté le nombre de conidies et d'ascospores dans 8 carrés de 5 mm de côté, répartis régulièrement sur la surface de la lame. Pratiquement on a utilisé un cache en carton pourvu de 8 évidements carrés, de 5 mm de côté, sur lequel on dispose les lames vaselinées toujours de la même manière, de telle sorte que les nombres de spores comptées — nombres relatifs — restent toujours comparables entre eux d'une fois à l'autre.

En 1954-55 les projections ont été recueillies de la même façon que l'année précédente. Mais le comptage a été accompli différemment, seul le total des spores émis par les 6 chancres a été retenu globalement. De plus les lames vaselinées sont restées en place pendant une semaine entière.

Le comptage des spores a été réalisé par dilution : les lames vaselinées sont plongées pendant environ 3 heures dans un tube contenant de l'éther sulfurique qui est un bon solvant de l'huile de vaseline et se volatilise rapidement au bain-marie ou sous vide. Le contenu du tube ayant dissous l'huile de vaseline et renfermant la récolte de spores, est évaporé. On reprend par 0,5 cc de tétrachlorure de carbone qui est aussi un bon solvant de l'huile et permet en outre la mise en suspension des

spores. On effectue alors la numération des spores contenues dans 1 mm<sup>3</sup> de cette suspension homogène à l'aide d'un hématimètre Malassez. Le rapport des volumes permet d'établir que chaque spore comptée en représente 500 dans la suspension initiale. On refait chaque comptage 4 fois et on note la moyenne arithmétique.

Les comptages effectués de la fin de 1953 à la fin de 1955 ont permis d'établir les diagrammes des projections en fonction de celui des hauteurs de pluie (fig. 1) et de tracer à partir de ces diagrammes, les courbes des projections, adoucies dans leur forme et absorbant les irrégularités dues aux jours sans pluie et aux quantités d'eau tombée différentes.

Pour la période du 15 octobre 1953 au 15 octobre 1954, pour les 4 chancres (I, II, III, IV), s'établissent des courbes individuelles de projection d'ascospores (fig. 3) et d'émission de conidies (fig. 2). On a utilisé la méthode qui consiste à remplacer une mesure par la moyenne de plusieurs autres :

si  $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$  sont les projections aux dates 1, 2, 3, ... n, on remplace  $x_{15}$  par

$$\frac{\Sigma x_1 \text{ à } x_{30}}{30}$$

et on poursuit la transformation en décalant de 5 en 5 jours :

$$\begin{array}{lcl} x_{20} \text{ est remplacé par } \frac{\Sigma x_5 \text{ à } x_{35}}{30} \\ x_{25} \quad \quad \quad \text{''} \quad \quad \quad \text{''} \quad \quad \quad \frac{\Sigma x_{10} \text{ à } x_{40}}{30} \quad \text{etc...} \end{array}$$

De cette façon on obtient des points figuratifs espacés de 5 en 5 jours et représentant les moyennes arithmétiques de projections, calculées sur des intervalles de 30 jours, décalés les uns sur les autres de 5 jours. L'intervalle de 30 jours a été choisi arbitrairement parce qu'il est légèrement supérieur à la plus longue période de sécheresse observée en 1953-54 et qu'il permet de faire coïncider les maxima de la moyenne avec ceux réels des diagrammes.

Pour l'année 1954 sont établies également les courbes des projections hebdomadaires pour les 6 chancres (I, II, III, IV, V, VI) globalement (fig. 4). Pour le tracé on a adopté un intervalle de 4 semaines, décalé de semaine en semaine.

Pour l'année 1955 on a procédé de la même façon avec les 6 mêmes chancres. Les comptages ont été faits par la méthode de dilution décrite ci-dessus. On a seulement construit la courbe de projection des ascospores (fig. 4). Celle d'émission des conidies n'a pu être réalisée, les indications étant trop fragmentaires.

## VI. — ÉTABLISSEMENT ET COMPORTEMENT DES CHANCRES

L'observation directe de chancres inoculés artificiellement dans le verger et l'étude des projections de spores des chancres sélectionnés ont permis de dégager un certain nombre de conclusions — concordantes entre elles — d'une part relatives au développement des fructifications et au comportement des chancres au cours des saisons, d'autre part ayant trait à la relation entre les pluies et les projections de spores.

### A. — Etablissement des chancres.

Les premières phases évolutives d'un chancre à *Nectria* ont été suivies à la suite d'inoculations réalisées sur des pousses de l'année soit au niveau de cicatrices foliaires fraîches, soit sur des plaies de taille récentes.

a) Évolution d'inoculations sur cicatrices foliaires. — CROWDY a déjà signalé que les inoculations faites les premières étaient les premières à extérioriser les symptômes de chancre. Nous avons constaté le même phénomène, et les premières inoculations faites à l'époque normale de chute des feuilles, 10 novembre à fin novembre sur les variétés considérées, laissent apparaître les premières manifestations chancreuses au mois d'avril de l'année suivante. Pendant 3 années consécutives nous avons noté l'apparition des taches déprimées brun-noir entourant les cicatrices inoculées, entre le 1<sup>er</sup> et le 20 avril. En 1953, des inoculations faites le 15 octobre sur des cicatrices foliaires entourant des bourgeons de quelques millimètres, ont commencé à évoluer immédiatement. Un mois après, les bourgeons étaient tués. Après la mi-novembre cependant, l'évolution ne s'est pas poursuivie ; elle n'a repris qu'au printemps suivant et le brunissement de l'écorce a gagné les rameaux au mois d'avril.

Après l'apparition des premiers symptômes visibles, le chancre se développe plus ou moins vite, mais les inoculations d'automne sur pousses de l'année aoûtées, aboutissent toujours à tuer l'extrémité distale de ces pousses. Leur dessèchement intervient lorsqu'elles sont entièrement ceinturées par le chancre, ce qui se produit en général dans le courant de juin, parfois fin mai pour les pousses les plus frêles. C'est également à cette époque que les premières fructifications conidiennes crèvent l'écorce. D'une façon générale les sporodochies apparaissent un mois environ après que le début du chancre est bien visible. Elles ont été notées en 1956, le 15 mai sur des chancres inoculés en novembre 1955. Leur apparition semble influencée par la pluviosité du printemps et l'état de la végétation, et leur apparition est d'autant plus précoce que le printemps est caractérisé par des pluies abondantes après le départ de la végétation.

Après la mort des pousses chancreuses, le bois est envahi par des

saprophytes (*Diplodia* sp., *Cytospora* sp., etc.). Ces pousses disparaissent souvent dans l'année. Nous n'avons pas observé la formation de périthèces sur ces chancres de cicatrices foliaires.

b) Évolution d'inoculations sur plaies de taille. — Le comportement des chancres développés après inoculation de plaies de taille est sensiblement différent de celui des chancres produits sur cicatrices foliaires. La manifestation des symptômes chancreux est plus irrégulière et on ne peut les déceler avec certitude pendant la période hivernale. En 1955-1956, des plaies de taille inoculées en décembre et en mars montrent des débuts de chancre en mai, avec les premières sporodochies en juin. Les dégâts causés par ce type de chancre sont moins importants que ceux des chancres de cicatrices foliaires. La progression linéaire du *Nectria galligena* Bres. depuis les extrémités de coursonnes est relativement faible et la formation d'un chancre sur une plaie de taille n'entraîne la mort que des 2 ou 3 bourgeons situés au-dessous. L'importance de ces chancres réside dans le fait qu'ils constituent une source permanente d'inoculum capable de provoquer des contaminations sur les pousses voisines à l'automne.

Postérieurement à la production des coussinets conidifères, commence la formation des périthèces. Ils sont apparus à partir du mois d'août 1954 sur des plaies inoculées en février de la même année. Des prélèvements répétés montrent par l'absence d'ascospores, que les périthèces ne sont pas encore mûrs au début de l'année suivante. Mais en août 1955 beaucoup déjà sont vides de leur contenu, il y en a de mûrs, tandis que de nombreux autres, de petite taille, sont en formation. Sur la périphérie des chancres, correspondant à la reprise d'activité au printemps 1955, apparaissent de nombreuses sporodochies à macroconidies très typiques. D'après ces observations il semble bien que le stade parfait du *Nectria galligena* Bres. puisse se constituer sur du « bois » d'un an. L'âge du « bois » importe moins que son état : la forme parfaite est exclusivement saprophyte et ne se forme que sur des tissus totalement morts, au contraire de la forme imparfaite qui est strictement parasite. L'action du froid n'est pas nécessaire à la formation des périthèces qui, par ailleurs, peuvent apparaître en plein été.

## B. — Comportement des chancres.

En 1939, MUNSON montrait que l'émission des conidies et la projection des ascospores du *Nectria galligena* Bres. sont sous la dépendance étroite des pluies. Des circonstances climatiques favorables nous ont permis d'observer que par temps de brume, de brouillard, de verglas et de neige la récolte des spores est nulle. Par contre les pluies provoquent des projections de spores dont l'importance varie :

— avec l'état physiologique des chancres et les conditions ambiantes ;  
— avec les caractéristiques de la pluie, notamment la hauteur d'eau.

Nous étudions ces 2 points successivement.

a) *Influence de l'état physiologique du chancre.*

*Chancre I.* — Pendant toute la durée des observations le chancre I a produit des macroconidies et des ascospores.

L'émission des macroconidies s'est produite au cours de 3 périodes distinctes. Du 15 octobre au 15 novembre 1953 environ, l'activité conidienne a été marquée. Au cours de ce mois pluvieux, le chancre est resté constamment fertile et sa faculté de sporulation n'a pas faibli : les émissions de spores se sont maintenues à un niveau élevé pendant 7 jours consécutifs comptant des pluies importantes. Après cette période a suivi un temps relativement sec pendant lequel l'émission conidienne a été négligeable. Mais l'augmentation de la pluviosité vers la fin de décembre n'a pas eu d'influence sur le chancre. Du 15 novembre 1953 jusqu'au 15 juin 1954 le nombre de conidies récoltées a été pratiquement nul. Le chancre est resté presque stérile pendant plus de 6 mois. Des pluies de longue durée n'ont amené l'émission que de quelques macroconidies et très vite le chancre s'est trouvé épuisé pour des temps atteignant facilement une dizaine de jours. A partir du 15 juin 1954 on a enregistré une reprise d'activité d'abord lente jusqu'en juillet, puis plus soutenue en août et septembre. Elle a coïncidé avec la plus grande pluviosité de l'été 1954. Après septembre l'activité conidienne a connu un nouveau déclin alors que les pluies restaient abondantes.

Dans la production des ascospores on reconnaît les mêmes périodes que dans celle des conidies. Mais les productions des deux types de spores apparaissent antagonistes. Nulles ou presque entre le 15 octobre et le 15 novembre 1953, les projections d'ascospores ont augmenté ensuite pour passer par un premier maximum en mars 1954. Après l'interruption de la période sèche d'avril, la reprise des projections s'est effectuée dès le mois de mai et un deuxième maximum, 5 fois plus élevé que le précédent, a été atteint en août. Après le 15 septembre les projections ont diminué très vite et sont tombées presque à rien.

Durant cette période estivale, on avait enregistré, nous l'avons vu plus haut, une certaine recrudescence de l'activité conidienne mais elle n'avait pas connu la même amplitude que celle de l'automne, alors que le phénomène inverse s'est produit pour la production des ascospores.

*Chancre II.* — Le chancre II n'a produit que des conidies.

D'une façon générale le comportement du chancre II est semblable à celui du chancre I, avec cependant des variantes. On reconnaît en effet

les mêmes périodes d'activité et de repos mais avec des intensités différentes. Dans l'activité automnale, II est moins prolifique que I, mais après la reprise lente de juin, il fournit en août et septembre une production conidienne très supérieure. La courbe d'émission des macroconidies du chancre II coïncide nettement les courbes des autres chancres et vers la fin de la période d'observation on a noté une recrudescence de la sporulation qui laissait supposer un nouveau maximum vers la fin de l'automne.

*Chancre III.* — Le chancre III a surtout produit des conidies mais aussi en fin de saison, à partir de la fin du mois d'août 1954, des ascospores. Le chancre III a fait preuve d'une activité continue tout au long de la période d'observation. On n'a pas observé dans son comportement de repos hivernal en dehors des périodes sèches. Trois maxima de projections conidiennes ont été enregistrés en novembre 1953, en février et au début d'août 1954. Ces maxima sont tous sensiblement de la même importance. Au mois d'octobre 1954, le nombre de conidies récoltées a augmenté en même temps que la pluviosité, ce qui rapproche le chancre III du chancre II. La première projection d'ascospores a eu lieu le 25 août 1954. Les projections ont ensuite continué et sont passées par un maximum relativement peu important vers la mi-septembre, après quoi elles ont très vite diminué d'intensité.

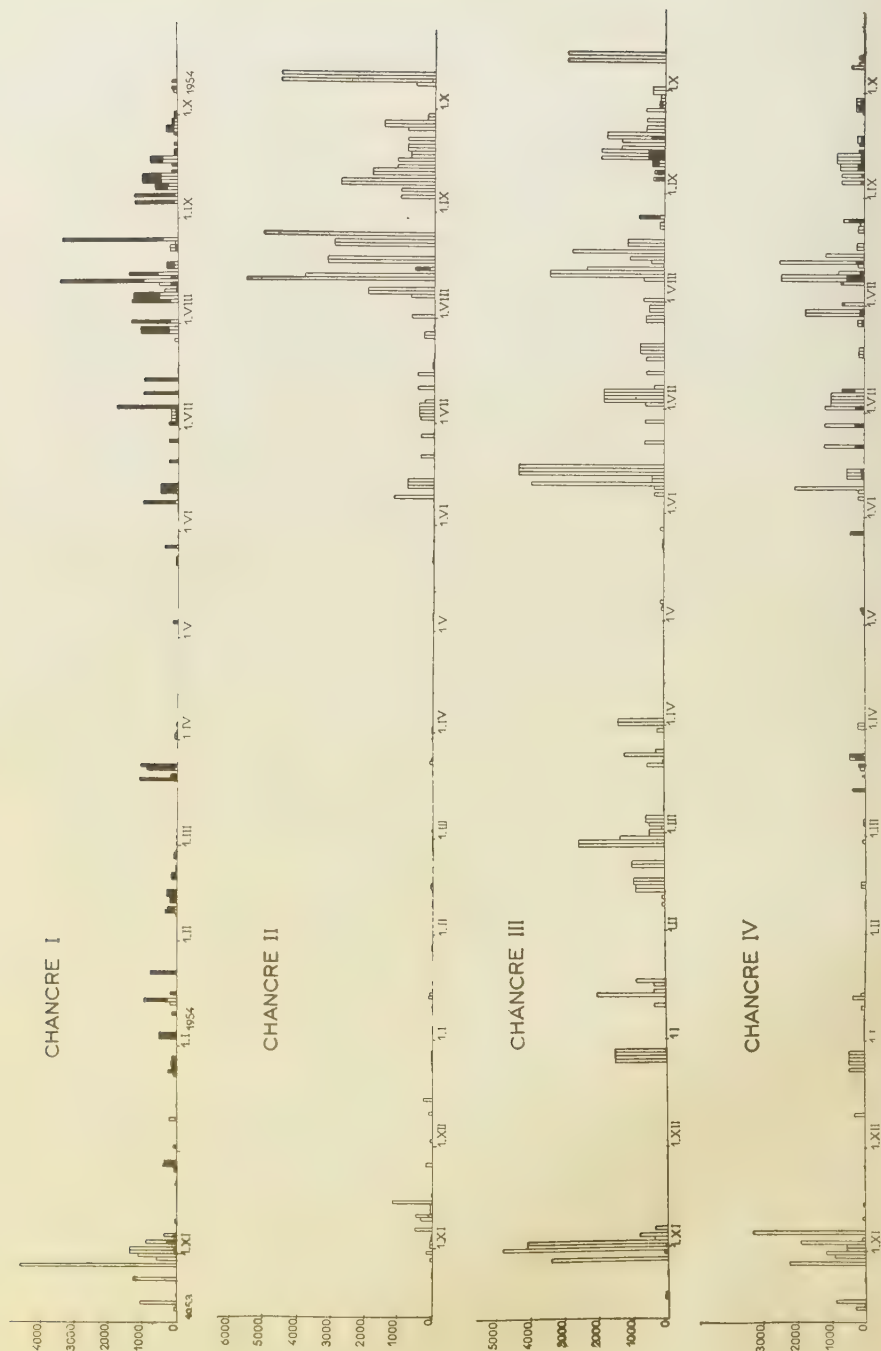
*Chancre IV.* — Le chancre IV a produit continuellement des conidies et à partir du mois de mars, des ascospores.

Son comportement rappelle ceux des chancres I et II, avec les 3 mêmes périodes d'activité conidienne et de repos. Cependant cette activité conidienne a été plus marquée à partir du 15 juin alors qu'elle était sensiblement identique à l'automne précédent. A la différence du chancre II, mais comme le chancre I, la production des conidies est tombée à 0 en octobre 1954, et n'a pas suivi la pluviosité.

Après le 15 mars, on a recueilli des ascospores. Les quantités récoltées ont été fonction de la pluviosité. Elles ont été maxima au début d'août, et après elles ont diminué. Jamais elles n'ont atteint l'importance de celles du chancre I dont le maximum de projections a été environ 5 fois plus grand.

Si l'on groupe ces résultats, on peut constater :

— que les différences d'âge des chancres I, II, III, IV, simplement appréciées lors de leur mise à l'étude, se sont traduites par des différences marquées 1<sup>o</sup>) dans le comportement : les chancres I et IV, les plus âgés, ont été épuisés par les pluies de juillet, août et septembre 1954. Les portions étudiées des chancres II et III par contre, d'apparence plus jeune, n'ont pas subi le même épuisement et elles ont continué à sporuler abondamment en octobre 1954 ; 2<sup>o</sup>) dans la nature de la sporulation : I, III, IV ont produit à la fois des macroconidies et des ascospores, le chancre I dès le mois d'octobre 1953, le chancre IV à partir du mois de mars 1954.



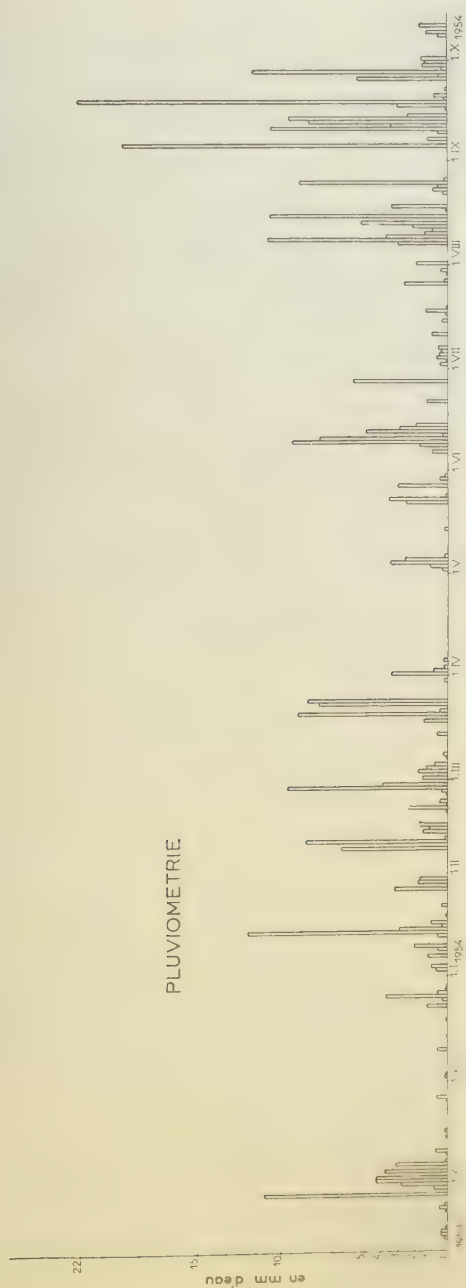


Fig. 1. — Pluviométrie et diagrammes des projections d'ascospores (en noirs) et des émissions de conidies (en blanc), établis du 15 Octobre 1953 au 15 Octobre 1954 pour les 4 chancres (I, II, III, IV).

et le chancre III à partir du mois d'août. La production d'ascospores correspond à un vieillissement du chancre et elle s'accompagne généralement d'un fléchissement de la formation des conidies.

— que les premières projections d'ascospores des chancres IV et III se sont produites en mars et août 1954. Or, IV portait déjà quelques périthèces en octobre 1953, III n'en portait pas. Il semble donc qu'un délai de plusieurs mois soit nécessaire pour que s'effectue la maturation des périthèces à partir du moment où ils apparaissent — ce que nous avons signalé plus haut en examinant l'établissement des chancres sur les plaies de taille.

#### b) *Influence des pluies.*

La libération des spores du *Nectria galligena* Bres. est sous la dépendance des pluies. La nature des pluies étant un élément très variable, on peut se demander comment elles se répercutent sur l'émission et la libération des spores. Les graphiques, construits comme il a été dit plus haut, fournissent certaines données.

— Les courbes individuelles des projections, prises séparément, montrent des fluctuations qui suivent étroitement celles de la courbe des pluies ; il est remarquable de constater que maxima et minima s'accordent parfaitement. Les courbes individuelles montrent entre elles des analogies remarquables et leurs variations, même dans le détail, se font dans le même sens. Suivant l'importance des pluies, projections d'ascospores et émissions de conidies ont augmenté ou diminué simultanément pour les 4 chancres considérés. Les chancres réagissent de façon identique à une pluie donnée, mais l'amplitude de la réaction est différente. Dans le mouvement d'ensemble, chaque chancre conserve son individualité propre, essentiellement fonction de l'âge et de l'étendue de la lésion.

On relève cependant une anomalie apparente dans le comportement du chancre III pendant la période du 27 janvier au 8 février 1954. L'émission des conidies a brusquement diminué alors que les hauteurs d'eau relevées atteignaient sensiblement un maximum. Le phénomène s'explique facilement si on tient compte que les hauteurs d'eau mesurées à ce moment ne correspondaient pas à des pluies, mais à des chutes de neige qui n'entraînent pas d'émission conidienne. La courbe des pluies que nous avons tracée pour cette période est donc inexacte, ainsi que le montre l'examen des émissions de conidies.

— Étant donné le comportement individuel des chancres vis-à-vis des pluies, il est logique que les courbes de projection pour l'ensemble des 6 chancres considérés en 1954 et 1955, suivent aussi rigoureusement la courbe des pluies. Un groupe de chancres, tel que celui que nous avons étudié, est plus représentatif de la population de chancres d'un verger

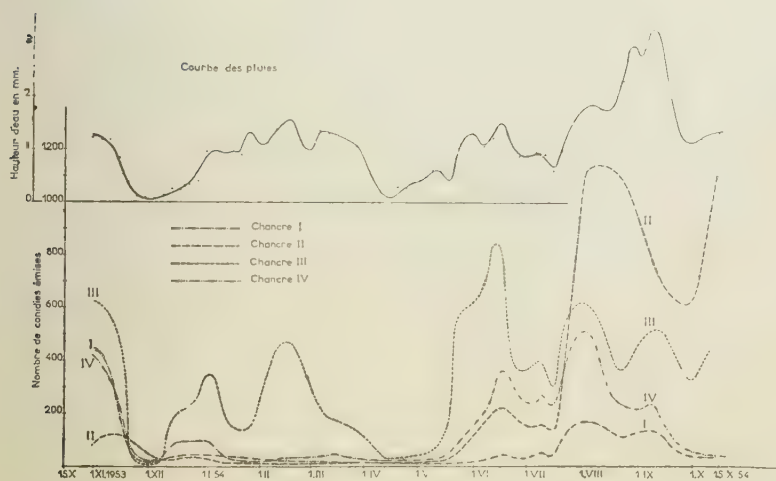


FIG. 2. — Courbes individuelles d'émission des conidies (chances I, II, III, IV entre le 15 Octobre 1953 et le 15 Octobre 1954)

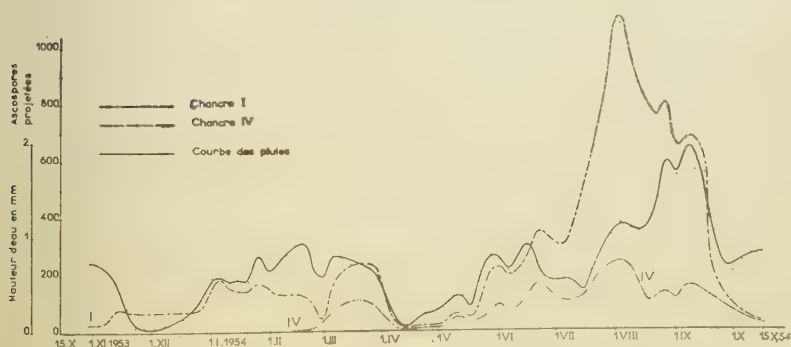


FIG. 3. — Courbes individuelles de projection des ascospores (chances I et IV entre le 15 Octobre 1953 et le 15 Octobre 1954)

qu'un individu pris au hasard. C'est ainsi qu'on retiendra d'abord que les spores du *Nectria galligena* Bres. — ascospores et conidies — sont susceptibles d'être libérées toute l'année. Dans un verger malade l'inoculum est par conséquent toujours présent. Cette observation avait déjà été faite par MUNSON (1939). Les périodes de contamination dépendent donc essentiellement des périodes de réceptivité du Pommier. Une autre remarque est à faire : pour des hauteurs d'eau comparables, les quantités de spores recueillies de juin à octobre sont bien supérieures à celles recueillies d'octobre à juin. L'activité des chancres semble coïncider avec la pleine végétation du Pommier, et l'effet de la température n'est sans doute pas étranger à ce phénomène. MUNSON avait fait des remarques analogues sur l'influence de la température sur la décharge des ascospores au laboratoire. Il est important de noter qu'à l'automne les spores sont libérées en quantités importantes quand se produit la chute des feuilles. C'est sans doute pendant cette période que se situe l'époque de contamination la plus importante.

Enfin il doit être noté que lorsque les maxima des projections sont légèrement décalés sur les maxima de pluies, ce décalage correspond toujours à un retard. On peut donc considérer qu'au moment de fortes pluies il y a ou il va y avoir rapidement de très fortes projections.

## VII. — PRINCIPES D'UNE MÉTHODE DE LUTTE

Nous avons mentionné les résultats enregistrés par plusieurs Auteurs dans la lutte préventive contre le chancre européen. Ces résultats sont discordants. Il en ressort cependant que l'application d'un seul traitement préventif dans la période de chute des feuilles est insuffisant pour prévenir la contamination des cicatrices foliaires à l'automne. D'autre part, un autre traitement préventif effectué au gonflement des bourgeons semble nécessaire pour protéger les cicatrices foliaires, à nouveau sensibles à la contamination au printemps.

On peut expliquer l'insuccès du traitement préventif unique d'automne par 2 raisons :

— la première est l'étalement de la période de chute des feuilles, les feuilles ne tombent pas toutes en même temps et sur les pousses de l'année — les plus sensibles au chancre — les feuilles de la base commencent à tomber longtemps avant celles de l'extrémité. La défeuillaison peut s'étaler sur 2 semaines, parfois davantage, suivant les années. Un seul traitement appliqué systématiquement dès la chute des feuilles ne saurait donc protéger toutes les cicatrices foliaires ;

— la seconde est la durée de sensibilité des cicatrices foliaires. Les cicatrices foliaires fraîches sont extrêmement sensibles à l'attaque du *Nectria galligena* Bres., mais leur sensibilité diminue à mesure qu'elles

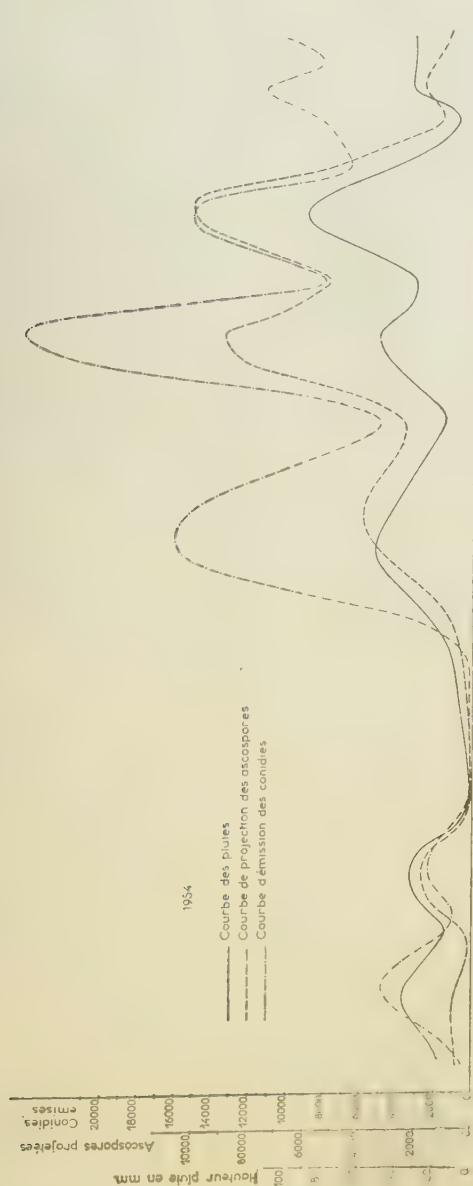


FIG. 4. — Variations des émissions sporimifères du groupe des 6 chancres (I, II, III, IV, V, VI) en 1954

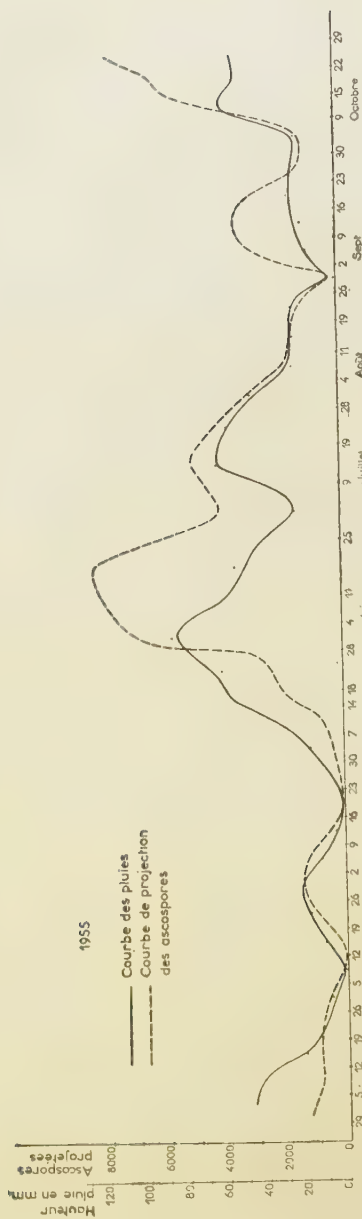


FIG. 4. — Variations des émissions sporifères du groupe des (I, II, III, IV, V, VI) en 1955

vieillissent et elles acquièrent une immunité naturelle deux mois environ après la chute des feuilles. La durée d'acquisition de cette immunité naturelle est trop longue pour qu'un traitement unique conserve son efficacité.

Ces deux causes d'échec disparaîtraient en partie si on renouvelait le traitement automnal deux fois dans la période de chute des feuilles et en particulier, si on utilisait pour le premier traitement un produit actif capable à la fois de provoquer la chute des feuilles en les brûlant et de protéger les cicatrices foliaires. Cette méthode de lutte est en général difficile à conseiller.

Elle n'est pas praticable dans les vergers où le chancre constitue une menace permanente, mais ne sévit pas tous les ans avec la même importance. Dans ce cas la solution serait de pouvoir ne préconiser qu'un traitement d'automne étant entendu que le traitement de printemps pourrait être confondu avec le traitement généralement désigné sous le nom de « traitement d'hiver », ou tout simplement supprimé lorsque le printemps est sec et que les premiers traitements anti-tavelure sont bien effectués.

Pour protéger un verger avec un traitement d'automne unique, il faut évidemment effectuer ce traitement au moment où il peut avoir sa plus grande efficacité, c'est-à-dire au moment où se produit une contamination importante. L'étude précédente fournit des éléments pour l'appréciation des périodes de contamination possibles.

Nous avons montré qu'il y a une relation entre les précipitations et les projections de spores du *Nectria galligena* Bres. tout au long de l'année. A un maximum des précipitations correspond toujours un maximum des projections d'ascospores ou des émissions conidiennes. L'étude de la pluviosité et le relevé des hauteurs de pluie permettent d'apprécier d'une façon relative, l'importance d'une projection de spores, donc l'importance des risques de contamination. Comme on ne peut prévoir la durée et l'importance d'une pluie, on ne peut prévoir à l'avance les risques de contamination qu'elle fait courir. Mais après la pluie, il est parfaitement possible de mesurer ces risques, et on peut alors effectuer un traitement à bon escient, à la condition d'agir suffisamment vite et d'intervenir avant que la contamination ne soit réalisée. Il semble qu'à la fin de l'automne ce genre d'intervention soit possible : la chute des feuilles ne se produit à Versailles qu'après le 10 novembre en moyenne sur les variétés considérées, et à cette saison les pluies occasionnent des baisses de température suffisantes pour ralentir notablement la vitesse de germination des spores. Dans ces conditions il est encore possible d'empêcher une contamination de se produire pendant environ une journée après le début de la pluie contaminatrice.

Ce laps de temps peut paraître trop court en cas de pluies prolongées.

gées ou fréquentes. Rappelons que ZELLER a montré qu'une bouillie bordelaise appliquée 8 jours après la contamination réduisait encore le taux d'infection des cicatrices foliaires. Ce résultat est à rapprocher de l'étude faite par CROWDY sur la pénétration des spores dans les vaisseaux des cicatrices foliaires. L'installation du parasite se réalise même en décembre, mais pour certaines variétés elle reste confinée dans les vaisseaux au voisinage de la cicatrice. Ce n'est qu'au gonflement des bourgeons qu'elle s'étend aux tissus parenchymatiques avoisinants. On peut donc envisager l'emploi de fongicides doués d'efficacité plusieurs jours après une contamination.

À l'automne les dangers de contamination dans un verger donné dépendent de l'inoculum présent dans ce verger. La même pluie occasionne des projections graves ou négligeables suivant que le verger est très chancreux ou peu atteint par la maladie. Autrement dit le seuil de précipitations représentant un danger est variable avec les vergers. L'importance de l'inoculum présent a été clairement montrée par BYRDE, CROWDY et ROACH. Il n'apparaît pas que la méthode de lutte que nous envisageons puisse présenter de l'intérêt dans un verger très malade. La régénération de tels vergers est soumise à la destruction préalable du plus grand nombre possible de chancres existants. Mais dans les plantations nouvelles, ou peu atteintes, il est logique d'admettre qu'un traitement d'automne effectué à une date variable avec les pluies, puisse donner des résultats satisfaisants.

## RÉSUMÉ

*Nectria galligena* Bres. a été identifié à Versailles sur 4 variétés de Pommier. En 1954 et 1955, certains aspects de la biologie du Champignon ont été étudiés, notamment l'établissement et le comportement des chancres.

Le « bois » d'un an est très sensible à l'infection :

— des chancres se développent au niveau des cicatrices foliaires et aboutissent à tuer les jeunes pousses ;

— des chancres s'installent sur les plaies de taille et causent des dégâts moins importants, mais représentent une source permanente d'inoculum. Sur ces derniers on a observé, succédant à la production de macroconidies, la formation de périthèces.

La sporulation d'un chancre est continue au cours de l'année ; ascospores et macroconidies sont particulièrement abondantes pendant la belle saison. La production de macroconidies est en général réduite en hiver et au début du printemps, celle des ascospores est souvent plus abondante pendant ces périodes. Il y a antagonisme entre les productions des deux types de spores. La libération des ascospores et des conidies

est étroitement liée aux pluies. Les courbes de projection d'ascospores et d'émission de conidies suivent de très près la courbe des hauteurs de pluies. Pour des hauteurs d'eau comparables, les spores libérées sont beaucoup plus nombreuses en été et en automne, qu'en hiver et au printemps.

On a dégagé de ces observations les principes d'une méthode de lutte contre le chancre du Pommier.

Reçu pour publication le 30 juillet 1956.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BYRDE (R. J. W.). — Experiments on the control of brown rot of fruits — progress report. *Rep. agric. hort. Res. Stat. Bristol*, 1949, p. 81, 1950.
- BYRDE (R. J. W.), CROWDY (S. H.) and ROACH (F. A.). — Observations on apple canker. V.-Eradicant spraying and canker control. *Ann. appl. Biol.*, **39**, p. 581, 1952.
- BYRDE (R. J. W.) and CORKE (A. T. K.). — The role of eradican fungicides in the control of apple canker. II. *Rep. agric. hort. Res. Stat. Bristol*, 1953.
- CAYLEY (D. M.). — Some observations on the life history of *Nectria galligena* BRES. *Ann. Botany*, XXXV, n° 137, 1921.
- CROWDY (S. H.). — Observations on apple canker. III. — The anatomy of the stem canker. *Ann. appl. Biol.*, **36**, p. 483, 1949.
- CROWDY (S. H.). — Observations on apple canker. IV. — The infection of leaf scars. *Ann. appl. Biol.*, **39**, p. 569, 1952.
- GRUBB (N. H.). — Tests of fungicides on apple trees. *J. Pomol.*, **2**, p. 93, 1921.
- KEITT (G. W.). — Toxicity of sodium salts of dinitro-o-cresol to *Venturia inaequalis*. *Science N. S.*, **90**, p. 139, 1939.
- MARSH (R. W.). — Observations on apple canker. II. — Experiments on the incidence and control of shoot infections. *Ann. appl. Biol.*, **24**, p. 458, 1939.
- MUNSON (R. G.). — Observations on apple canker. I. — The discharge and germination of spores of *Nectria galligena* BRES. *Ann. appl. Biol.*, **24**, p. 440, 1939.
- RICHTER (H.). — Die wichtigsten holzbewohnenden Nectrien aus der Gruppe der Krebserreger. *Zeitschrift für Parasitenkunde*, 1928.
- VIENNOT-BOURGIN (G.). — Les champignons parasites des plantes cultivées, 1949.
- WESTERDIJK (J.). — Untersuchungen über *Nectria coccinea* PERS. und *Nectria galligena* BRES. *Rept. intern. Conf. Phytopath. and Econ. Entom.*, Hollande, 1923.
- WILTSHIRE (S. P.). — Studies on the apple canker fungus. I. Leaf scar infections. *Ann. appl. Biol.*, **8**, p. 182, 1921.
- WILTSHIRE (S. P.) and SPINKS (G. T.). — Apple tree canker. *Rep. agric. hort. Res. Sta. Bristol*, 1920-1921.
- WOLLENWEBER (H. W.). — Pyrenomyceten. Studien II. *Angewandte Botanik, Zeitschrift für Erforschung der Nutzpflanzen*. Bd VIII, Heft **3**, 1926.
- WOLLENWEBER (H. W.). — Über Fruchtförmigen der krebserregenden Nectriaceen. *Zeitschrift für Parasitenkunde*, I Band, I Heft, 1928.
- ZELLER (S. M.). — European canker of pomaceous fruit trees. *Bull. Ore. agric. Exp. Stat.*, n° 222, 1926.



## UNE MÉTHODE DE LAVAGE POUR L'EXTRACTION DES ARTHROPODES TERRICOLES

PAR

**J. d'AGUILAR, R. BENARD et A. BESSARD**

Station centrale de Zoologie agricole, Laboratoire de Faunistique agricole.

---

### PLAN DU MÉMOIRE

- I. — Introduction.**
  - II. — Méthode employée.**
  - III. — Description de la méthode :**
    - 1° Trempage préalable dans une solution de citrate de Sodium.
    - 2° Premier lavage dans le bac à filtre.
    - 3° Lavages successifs sur tamis.
    - 4° Passages dans le séparateur par densité.
  - IV. — Vérification de la méthode.**
  - V. — Résumé.**
- 

### I. — INTRODUCTION

Le problème de la faune du sol revêt un grand intérêt dans les travaux portant sur la caractérisation et la fertilité des sols agricoles. Cependant l'étude qualitative et quantitative de cette microfaune a jusqu'à présent été limitée par la difficulté d'extraction des animaux. Dans le cas de la faune arthropodienne terricole les nombreuses méthodes proposées ne sont que des variantes de deux grands types :

a) Méthodes sélectives (type BERLESE-TULLIGREN). Elles ont pour principe d'utiliser l'hygrotaclisme et le phototactisme des animaux afin d'extraire ces derniers de la masse de terre à analyser. Elles supposent que les animaux se déplacent suffisamment rapidement pour parvenir à traverser la couche de terre et à tomber vivants dans un tube destiné à les recueillir. Il ne semble pas cependant que cette hypothèse soit valable pour toutes les espèces, pas même pour tous les individus d'une même espèce.

b) Les méthodes d'extraction totale. Ce sont les méthodes de lavage qui, par définition, permettent de recueillir la totalité de la faune arthropodienne. Il est évident que les techniques proposées jusqu'ici sont plus longues et d'une utilisation plus difficile que celles des entonnoirs de BERLESE.

Pensant que la technique de lavage est, malgré les critiques valables formulées contre elle, plus efficace et présente un plus grand intérêt dans l'étude des zoocénoses terricoles, nous avons essayé d'améliorer les opérations actuellement proposées. Le principe de la méthode est le même que celui exposé récemment par F. RAW (1955) et comporte un système de lavage dérivé des dispositifs de W.R.S. LADELL et G. SALT.

Notre contribution, qui suppose encore certaines simplifications, a eu surtout pour but de réduire le temps de manipulation tout en tentant d'analyser la totalité de la faune arthropodienne et en lui conservant le maximum de fraîcheur ce qui facilite une identification précise.

### MÉTHODE EMPLOYÉE

Chaque échantillon de terre est tout d'abord convenablement émietté ; pendant cette opération, les plus gros spécimens de la faune, les larves de Scarabaeides par exemple, sont enlevés, leur dénombrement nécessitant, pour plus d'exactitude, une unité de volume supérieure à celle qui est employée pour la microfaune arthropodienne. Dans cet échantillon on prélève, d'une façon homogène, un volume de 500 cc de terre. Le volume de ce nouvel échantillon peut être évalué très précisément par déplacement d'eau.

Si le but poursuivi est l'étude comparative de la faune du sol dans plusieurs prélèvements recueillis à une époque bien précise et s'il n'est pas possible de les analyser tous ensemble, il sera nécessaire de faire cet échantillonnage de 500 cc le même jour dans tous les prélèvements et de placer les échantillons obtenus dans une chambre froide à 5°C. Ceci permet d'obtenir des échantillons dont la faune n'a que peu évolué après les prélèvements.

Chaque échantillon de 500 cc va subir successivement les opérations suivantes :

- 1° trempage préalable,
- 2° premier lavage dans le bac à filtre,
- 3° lavages successifs sur tamis,
- 4° passage des matériaux récoltés sur tamis dans le séparateur par densité,
- 5° récolte des Arthropodes obtenus par le séparateur.

## DESCRIPTION DE LA MÉTHODE

### 1. — Trempage préalable dans une solution de citrate de sodium.

Ce trempage a pour but de déliter les agrégats de terre qui peuvent emprisonner de petits Arthropodes et de provoquer la dispersion des particules argileuses qui seront éliminées au premier lavage dans le bac à filtre. On laisse reposer l'échantillon de 24 à 48 h dans une solution de citrate de sodium à 1 p. 100 (DEMOLON, 1952). Cette opération n'est pas mortelle pour les Arthropodes du sol ; des Acariens et surtout de nombreux Collembolles continuent à se déplacer dans le bocal où se trouve l'échantillon soit à la surface de l'eau ou sur des débris végétaux flottants, soit sur les parois du récipient et peuvent ainsi s'échapper. Pour éviter cet inconvénient il est préférable d'ajouter à la solution une petite quantité d'un liquide insecticide (acétate d'éthyle par exemple) ainsi que quelques pincées d'acide salicylique afin d'éviter des développements bactériens.

### 2. — Premier lavage dans le bac à filtre.

**Description de l'appareil** (fig. 1). — C'est un bac cylindrique de 20 cm de diamètre et de 25 cm de hauteur, de préférence transparent, une matière plastique convenant bien à sa fabrication. Dans la partie supérieure de la paroi latérale, il est muni d'un manchon de toile métallique très fine n° 300 <sup>(1)</sup>, de 8 cm de hauteur. Le fond est légèrement conique et muni au centre d'un bouchon de vidange en cuivre. Ce bouchon est surmonté d'un anneau fixe qui permet de le manipuler au-dessus à l'aide d'une tige crochetée ou fendue.

L'ensemble est supporté par quatre piliers verticaux servant aussi à maintenir convenablement la tension du manchon.

Le diamètre du cylindre dépend de celui de la batterie de tamis utilisé, chacun des tamis devant s'ajuster sur l'appareil. On assure la circulation de l'air dans la partie supérieure du bac par un tube traversant la paroi et fortement incliné vers l'intérieur ; l'existence de cette arrivée d'air est indispensable pendant l'emploi des tamis fins.

**Réalisation du premier lavage.** — Cette opération a pour but l'élimination de toutes les particules dont les dimensions sont inférieures à celles des plus petits Arthropodes recherchés. C'est pourquoi le choix s'est porté sur une toile métallique n° 300, pour former le manchon latéral.

L'échantillon qui vient de subir le trempage dans la solution de citrate de sodium est versé dans le bac à filtre et le récipient qui le con-

(<sup>1</sup>) Le n° de la toile indique le nombre de mailles par pouce métrique (27 mm<sup>2</sup>777).

tenait soigneusement nettoyé au-dessus du bac. Cette dernière précaution devra être constamment prise au moment des transvasements sinon une grande partie de la faune risquerait d'être éliminée. On soumet alors le contenu du bac à filtre à un jet d'eau assez énergique, dirigé à la main, de telle sorte que toutes les matières en suspension subissent

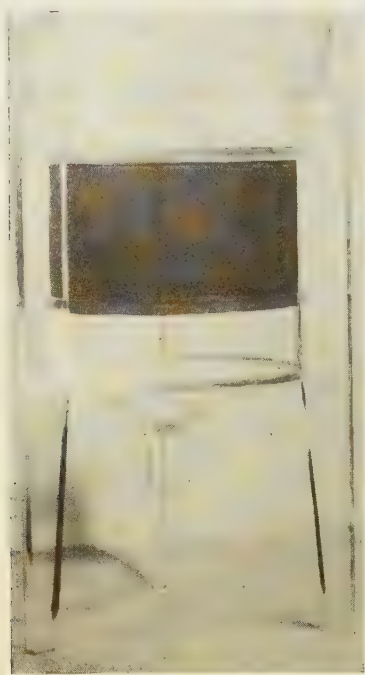


FIG. 1. — Bac à filtre.

un brassage assez violent et ne parviennent jamais à se déposer au fond du bac. On doit fréquemment diriger le jet d'eau sur le manchon lui-même, surtout au début de l'opération, car la grande quantité de particules venant s'y coller tendraient à gêner le passage de l'eau. La position verticale du manchon filtrant permet d'éviter son obstruction, ce qui avait presque toujours lieu lorsque le filtre était placé horizontalement. Ce lavage doit être prolongé tant que l'eau traversant le manchon n'est pas très claire : il dure environ un quart d'heure. Il faut noter que malgré la violence du mouvement de l'eau dans le bac à filtre, les petits Arthropodes, même les plus fragiles ne subissent aucune détérioration. Nous avons obtenu dans nos essais, après ce premier lavage, une réduction du volume de l'échantillon de l'ordre de 90 p. 100. Ces essais ont été faits sur des limons de plateau à forte teneur en argile.

### 3. — Lavages successifs sur tamis.

Lorsque le lavage de l'échantillon est jugé suffisant, on laisse reposer le contenu du bac et, en l'inclinant, on élimine par le manchon filtrant la plus grande partie de l'eau qu'il contient. Puis on dévisse le bouchon de vidange et toutes les matières restant dans le bac sont entraînées à l'aide d'un jet d'eau fin dans un récipient placé au-dessous. On ajuste ensuite le tamis n° 20 à la partie supérieure du bac à filtre dont le bouchon de vidange a été revissé ; le contenu du récipient intermédiaire est versé sur ce tamis et soumis à un nouveau lavage qui y retiendra les animaux de taille supérieure à la maille. Le temps nécessaire à cette opération est environ de 10 minutes. Dans certains cas, tels que la présence de cailloux notamment, on peut avoir intérêt à ajuster le tamis n° 20 sur le bac avant la première opération de lavage. Les matériaux retenus sur le premier tamis peuvent être examinés à l'œil nu.

Après cette opération, le contenu du bac est de nouveau recueilli comme précédemment afin de passer successivement sur les tamis n° 60, 120 et 200. On peut, dans la pratique, envisager l'emploi simultané de tous les tamis si l'on assure une circulation d'air convenable dans chaque compartiment du dispositif. Les matières retenues sur chacun des tamis sont respectivement passées dans le séparateur par densité, ainsi que ce qui reste dans le bac à filtre après le passage sur le tamis 200 et qui correspond à ce qui est retenu par la maille 300.

### 4. — Passages dans le séparateur par densité.

**Description de l'appareil** (fig. 2). — C'est un récipient conique, en verre Pyrex (pouvant se construire facilement à partir d'un Erlenmeyer) dont la hauteur doit être sensiblement le double du diamètre de base. L'appareil que nous avons utilisé jusqu'ici a 11,5 cm de diamètre et 19 cm de hauteur au sommet du cône.

Le sommet est prolongé par un tube de 6 mm environ de diamètre intérieur dont la partie initiale, verticale, doit mesurer plus de 5 cm ; ensuite le tube se recourbe en déversoir vers le bas. Un second tube de même diamètre, recourbé, traverse le cône sur le côté ; il est muni d'un entonnoir à sa partie supérieure et l'autre extrémité aboutit à 2 ou 3 mm du fond de l'appareil, en son centre.

**Fonctionnement du séparateur.** — La fonction de cet appareil est d'opérer un tri supplémentaire pour obtenir en fin d'opération la totalité de la faune avec un minimum de corps étrangers. Ce tri, dont le principe est fondé sur la différence de densité entre les Arthropodes et les matériaux d'origine minérale, est réalisé en utilisant un liquide de densité

suffisante pour permettre la séparation de ces deux catégories en faisant flotter les Arthropodes.

Le liquide employé est une solution concentrée de bromure de potassium, dont la densité est voisine de 1,35.

Les matériaux à trier sont introduits dans le séparateur ; ils y sont



FIG. 2. — Séparateur par densité.

entraînés à l'aide de cette solution et par l'intermédiaire d'un entonnoir. Lorsque le séparateur est rempli à mi-hauteur, on l'agite pour provoquer une bonne dispersion des particules et l'on termine le remplissage avec la solution jusqu'à 1 ou 2 cm du sommet du cône. On chauffe au bain-marie l'appareil jusqu'à ce que son contenu atteigne 50°C, chauffage rendu nécessaire pour l'obtention de la totalité des Collembolés. Tous les Arthropodes, vivants ou morts, ainsi que presque toutes les matières d'origine organique viennent s'accumuler au sommet du cône et dans la partie verticale du tube qui le prolonge. Parmi la faune non arthropodienne retenue par les lavages successifs, les Enchytraeides (Oligochètes) ne flottent pas et restent au fond du séparateur. Les matériaux qui surnagent sont expulsés par le déversoir en ajoutant un excès de solution dans l'appareil et recueillis sur un petit tamis à maille n° 300 puis lavés

pour chasser le bromure. Les Arthropodes qui s'y trouvent sont séparés et récoltés sous loupe binoculaire.

L'ensemble de l'opération, sans compter le temps de trempage et en poussant le tri jusqu'aux grands groupes, demande environ 6 heures.

### VÉRIFICATION DE LA MÉTHODE

L'efficacité de la méthode de lavage que nous venons de décrire a été contrôlée pendant un an en faisant d'abord une comparaison avec la méthode des entonnoirs de BERLESE-TULLGREN. Toutes les analyses qualitatives et quantitatives que nous avons faites jusqu'à maintenant sont conduites par les deux méthodes simultanément, sur des échantillons de même provenance et de volumes identiques.

Au cours de toutes ces analyses le nombre des individus recueillis a toujours été plus important par la méthode de lavage que par la méthode de BERLESE-TULLGREN. Le tableau suivant qui donne des résultats quantitatifs obtenus par les deux méthodes sur des échantillons provenant de 10 prélèvements de terre différents illustre cette comparaison.

	Méthode de Berlese-Tullgren	Méthodes de lavage
Acariens .....	par litre de terre : 95	175,6
Collembolés .....	— 22,7	96
Divers (larves d'insectes et myriapodes) .....	— 3,3	7,8

La différence des résultats obtenus provient en partie du fait que la méthode de lavage ne fournit pas que les individus vivants au moment du prélèvement, mais aussi une certaine proportion de cadavres, particulièrement pour les Acariens (carapaces vides d'Oribatides et d'Uropodides) ; cette remarque n'est cependant pas suffisante pour expliquer la différence signalée.

Un second contrôle de l'efficacité de notre méthode a été fait de la manière suivante : une quantité connue d'Acariens, de Collembolés ou d'Homoptères ont été introduits dans les échantillons de terre et ces derniers soumis à l'ensemble des opérations habituelles. Les Arthropodes employés au cours de ces vérifications étaient étrangers aux sols analysés. Nous avons utilisé un Acarien Oribatide vivant sur écorces *Cymbacremacrus cymba* Nic., un Collembole provenant d'un terreau *Onychiurus glidini* Den., et un puceron vivant sur feuillage de pommier, *Sappaphys plantaginea* Pan.

La totalité des *Acariens* (50 individus pour 500 cc de terre) et des *Pucerons* (50 larves et 25 femelles adultes pour 500 cc de terre) ont été retrouvés en très bon état à la fin des analyses. Dans le cas des *Collembolés* nous avons pu vérifier que seul le chauffage au cours de la sépa-

ration par densité nous a permis de retrouver à la fin des opérations la totalité des individus ajoutés à l'échantillon. Deux essais ont été réalisés, le premier avec de l'eau, l'autre avec une solution de bromure de potassium d'une densité de 1,35. Le séparateur a été employé tout d'abord à la température du laboratoire, puis, les Collemboles une fois recueillis, l'appareil a été chauffé jusqu'à 50° quelques instants avant de procéder à une seconde récolte.

Collemboles obtenus	Séparation	
	par l'eau	par le bromure
A la température ambiante.	8	31
A 50°C. ....	42	19
Total .....	50	50

Une dernière comparaison a été faite entre notre méthode de lavage et celle préconisée par SALT (1952).

L'essai a été fait sur un échantillon de 500 cc de terre auquel on avait ajouté 50 *Cymbaeremacus cymba*, Nic. et 50 *Carpoglyphus lactis*, L. Cet échantillon, porté 48 heures à — 5°C, a été dégelé lentement puis soumis à l'ensemble des opérations de notre méthode. Le lavage dans le bac à filtre s'est effectué avec facilité, mais la réduction de volume n'a pas été aussi importante que par l'emploi de citrate, un peu moins de 80 p. 100 au lieu de 90 p. 100. Si tous les Oribates ont été retrouvés en bon état et même vivants pour quelques-uns, il n'en a pas été de même pour les *Carpoglyphus* dont très peu furent récupérés intacts. Quelques débris de ces Acariens ont été, en outre, retrouvés ce qui semblerait indiquer qu'une certaine détérioration par le gel et le dégel est possible, la destruction de ces animaux étant alors complétée par le lavage dans le bac à filtre.

## RÉSUMÉ

La méthode de lavage présentée comprend les phases suivantes :

1° Trempage préalable de l'échantillon de terre dans le citrate de sodium pendant 24 à 48 h.

2° Premier lavage dans un « bac à filtre ». Il s'agit d'un bac cylindrique en matière plastique de 20 cm de diamètre et de 25 cm de hauteur possédant à la partie supérieure de la paroi latérale un manchon de toile métallique très fine (n° 300). Cette opération a pour but d'éliminer toutes les particules dont la dimension est inférieure à la taille des plus petits Arthropodes recherchés.

3° Par la suite l'échantillon est successivement lavé sur des tamis

n° 20, 60, 120 et 200 placés au-dessus du bac à filtre. On obtient ainsi des matériaux classés par taille.

4° Un tri supplémentaire des matériaux recueillis sur les différents tamis est opéré dans un « séparateur » contenant un liquide à densité élevée (Bromure de potassium 1,35).

Cette phase permet d'éliminer les matériaux d'origine minérale. On achève de trier sous la loupe binoculaire. L'ensemble de l'opération, sans compter le temps de trempage et en poussant le tri jusqu'aux grands groupes demande environ 6 heures.

Des contrôles ont été opérés en introduisant dans un échantillon de terre des Arthropodes étrangers en nombre connu. Ils furent toujours retrouvés.

*Reçu pour publication le 2 novembre 1956.*

#### RÉFÉRENCES BIBLIORAPHIQUES

1952. DEMOLON (A.). — Principes d'Agronomie. t. I, Dynamique du sol, p. 115.  
1936. LADELL (W. R. S.). — A new apparatus for separating insects and other arthropods from the soil. *Ann. Appl. Biol.*, **23**, 862-79.  
1953. MACFADYEN (A.). — Notes on methods for the extraction of small soil arthropods. *J. Anim. Ecol.*, **12**, 65-77.  
1922. MORRIS (H. M.). — On a method of separating insects and other arthropods from soil. *Bull. Ent. Res.*, **13**, 197-200.  
1955. RAW (F.). — A flotation extraction process for soil microarthropods, in MC KEVAN, *Soil Zoology*, p. 341-46.  
1952. SALT (G.). — The Arthropod population in the soil of some East African pastures. *Bull. Ent. Res.*, **43**, 203-226.
-



OBSERVATIONS SUR LES TRAITEMENTS  
EN COURS DE VÉGÉTATION  
CONTRE LE POU DE SAN JOSÉ  
(*Quadraspidiotus perniciosus* COMST.)

PAR

**R. VASSEUR† et D. SCHVESTER**

avec la collaboration technique de

**H. BIANCHI**

Station expérimentale d'Arboriculture fruitière, Saint-Genis-Laval (Rhône).

---

**PLAN DU MÉMOIRE**

**Introduction.**

**Principe et technique des essais.**

**Principaux résultats. Leur discussion.**

**Conclusions.**

---

Au cours des dernières années, nous avons déjà rendu compte de l'état des travaux menés en France sur les traitements contre le Pou de San José et diverses autres Cochenilles, en période de repos de la végétation (traitements dis- « d'hiver »). Bien que ce mode d'intervention, étant donné les nombreux avantages qu'il présente (polyvalence, et en général garantie meilleure d'une pleine efficacité) doive, à notre avis demeurer à la base même de la pratique de la lutte chimique contre les Cochenilles, le Pou de San José entre autres, nous n'avions cependant pas négligé pour autant la mise au point de méthodes de lutte applicables en cours de végétation. En effet, ces traitements « d'été » peuvent, dans bien des cas constituer un appoint sérieux dans la lutte contre les Cochenilles, notamment dans le cas d'infestations décelées trop tardivement pour être justiciables de produits utilisables seulement en hiver, ou encore en complément même des traitements d'hiver dans les cas de très fortes pullulations. Ils ont par là une utilité incontestable et leur application est même, à titre de mesure de sécurité supplémentaire, obligatoire en France dans les pépinières des zones contaminées.

### Principe et technique des essais.

Jusqu'à il y a quelques années, les traitements en cours de végétation contre les Cochenilles reposaient essentiellement sur l'emploi d'huiles de pétrole hautement raffinées, à indice de sulfonation élevé, dites « huiles blanches d'été » présentées en général sous la forme d'émulsions concentrées titrant environ 80 p. 100 d'huile minérale. Ces émulsions sont à utiliser en bouillies à 1 p. 100 au maximum, soit environ 800 g d'huile par hl. Les doses supérieures ne peuvent en effet guère être appliquées en cours de végétation, en raison du risque de phytotoxicité qu'elles présentent pour la plupart de nos arbres fruitiers.

Cependant, utilisées à cette dose de 1 p. 100, les huiles ne donnent en général que des résultats assez médiocres : les taux de mortalité obtenus par leur application sur le Pou de San José oscillent en général entre 60 et 80 p. 100 selon le stade évolutif de la Cochenille. Comme elles n'ont, d'autre part, pas d'efficacité rémanente, les populations peuvent se reconstituer à partir des jeunes larves issues des insectes ayant survécu au traitement.

Le problème était donc de définir des formules à la fois non phytotoxiques et douées d'une meilleure efficacité, en particulier d'une plus grande persistance d'action que les huiles seules. La solution en a été recherchée dans la voie de l'adjonction aux huiles, de divers produits insecticides, notamment d'abord le H. C. H. (hexachlorocyclohexane) et le zeidane (Dichlorodiphényltrichloréthane ou D. D. T. en langue anglaise) puis par la suite, le parathion (Diéthylparanitrophénylthiophosphate). Nous avons procédé à de nombreuses séries de tests mettant en œuvre diverses formules soit préparées extemporanément à partir de produits du commerce soit encore de produits mixtes commerciaux livrés prêt à l'emploi.

Rappelons brièvement la technique des essais : les sujets testés sont soit de jeunes arbres, pommiers ou poiriers, en général cultivés dans des pots de terre de grande taille, soit encore des végétaux en place, en diverses plantations. Dans les deux cas, un ou plusieurs tronçons témoins sont ménagés sur les végétaux mêmes, par isolement préalable d'une partie de branche sous un manchon de cellophane ligaturé aux deux bouts sur un tampon de coton cardé servant d'isolant (cf. figure). On effectue une abondante pulvérisation, jusqu'à ruissellement du liquide. Le manchon protecteur des parties témoins est ensuite retiré, au plus tard dans les 48 heures qui suivent le traitement, les tampons de coton restant en place afin d'isoler les populations des parties traitées de celles du témoin. Après un intervalle de l'ordre de 4 à 6 semaines, on prélève les témoins ainsi que divers échantillons sur les parties traitées et les populations sont dénombrées au laboratoire.

Dans ce qui suit, nous avons tenu compte, en plus des résultats de traitements expérimentaux proprement dits, de certains résultats obtenus dans les conditions de la pratique, et qu'il paraissait intéressant de rapporter.



FIG. 1. — Technique des tests insecticides contre le Pou de San José : Un manchon protecteur de cellophane protège les parties témoins.

A gauche : expériences dans un verger.  
A droite : expériences sur végétaux en pots.

### Principaux résultats. Discussion.

Les produits dont l'efficacité en adjonction aux huiles, en traitement d'été contre le Pou de San José, s'est révélée la plus intéressante, sont d'une part le zeidane, et d'autre part, le parathion. Nous nous bornerons ici à résumer brièvement les constatations que nous avons pu faire au cours des expériences sur ces deux produits en renvoyant pour le détail aux tableaux ci-inclus.

### Observations sur l'emploi du zeidane.

La formule huile blanche + zeidane s'est révélée dans de nombreux cas nettement supérieure à beaucoup d'autres, et en particulier à l'huile blanche utilisée seule, ainsi qu'à la formule huile blanche + H. C. H. (cf. tableaux I et II). De plus, la confrontation des résultats de l'action du zeidane utilisé seul avec ceux de la formule contenant de l'huile de

TABLEAU I

Résultats de traitements d'été contre *Quadraspidiotus perniciosus* COMST 8-9 juin 1948. *Mecridat* (4in)  
Conditions de la pratique. Dénombrements 6 juillet

Produits utilisés	Doses	Teneur en M. A. de la bouillie	Insectes observés		Mortal. globale	Mortalité par stade		Observations
			Total	Vivants		LM	LF en %	
Huile de pétrole émulsion concen- trée à 80 % M. A. ....	1 %	800 g huile	366	217	40.7 %	38	35.8	35.7
	1 %	800 g huile						
Huile de pétrole émulsion concen- trée à 80 % M. A. ....	1 %	800 g huile						
	0.25 %	800 g huile + parathion 10 g MA/hl	568	299	47.4 %	74.3	26.0	61.3
Huile de pétrole émulsion concen- trée à 80 % M. A. ....	1 %	800 g huile						
	0.4	800 g huile + HCH 100 g MA/hl	393	219	44.3	53.8	36.4	39.3
Huile de pétrole émulsion concen- trée à 80 % M. A. ....	1 %	800 g huile						
	0.2	800 g huile + Zeidane 100 g MA/hl	417	27	93.5	95.7	97.0	33.3
Huile de pétrole émulsion concen- trée à 80 % M. A. ....	0.7	560 g huile						
	0.5	560 g huile + Zeidane 100 g MA/hl	368	31	91.6	93.9	93.1	50.1

(+) LM = larves mobiles,  
LF = larves fixées..  
FA = femelles adultes.

pétrole, démontre bien que ce produit n'est guère actif contre le Pou de San José qu'en présence d'huile, laquelle lui sert en quelque sorte de véhicule à travers le follicule de l'insecte (cf. tableaux II).

TABLEAU II

*Résultats de traitements d'été contre Quadraspidiotus perniciosus  
8 septembre 1948 à Saint-Genis-Laval (Rhône) Dénombrements le  
7 octobre 1948.*

Produits utilisés	Doses	Nbre d'insectes observés			Pour 100 mortalité	Efficacité
		Total	Vivants	Morts		
Zeidane poudre mouillable à 50 % M. A., 0,2 %		490	206	284	58	8,7
Zeidane poudre mouillable à 50 % M. A., 0,2 %						
Huile de pétrole — émulsion concentrée à 83 % M. A. ....	1 %	453	39	414	91,4	81,3
Huile de pétrole — émulsion concentrée à 83 %	1 %					
		540	162	378	70,0	53,3

Il faut noter que les taux de mortalité tels qu'ils sont indiqués ne reflètent pas exactement l'efficacité des divers produits mis en œuvre en raison du fait qu'un assez long délai est nécessaire entre l'application des traitements et le dénombrement, délai au cours duquel peuvent prendre naissance des jeunes issus des survivants. Or, si la formule zeidane + huile n'accuse en général pas de supériorité nette par rapport aux autres en ce qui concerne son efficacité globale sur les insectes en place au moment du traitement, elle fait par contre preuve d'une très bonne efficacité sur les insectes jeunes, ce qui ressort nettement lorsqu'on détaille la mortalité obtenue au prorata des stades de la Cochenille (cf. tableau I). On a constaté en particulier que l'un des facteurs les plus importants de ce gain d'efficacité était le fait que des larves néonates en grand nombre peuvent être tuées sous le bouclier de leur mère, dès leur éclosion, alors même que celle-ci demeure en vie.

Cette observation démontre déjà dans une certaine mesure la persistance d'action de ce mélange. Mais nous avons de plus remarqué, lors d'expériences de réinfestation sur des végétaux traités à la formule zeidane + huile blanche, que de nombreuses larves néonates survivantes se fixaient en secrétant un bouclier anormal, non complètement formé, duveteux et blanchâtre, qui ne les recouvre que partiellement. De telles larves sont incapables de survivre très longtemps et de poursuivre leur développement.

Enfin, un autre facteur de la supériorité du mélange zeidane — huile sur l'huile utilisée seule, est qu'il est en mesure de détruire des insectes à un stade plus avancé, l'huile seule n'étant, elle, guère efficace que contre

TABLEAU III

*Résultats de traitements d'été contre Quadraspidiotus perniciosus.*

Nombre d'insectes retrouvés sur végétaux préalablement traités, puis contaminés après des délais variés, dans des conditions identiques.

Date du traitement : 1<sup>er</sup> septembre 1949

Contamination A : du 13 au 15 septembre 1949

Contamination B : du 28 au 30 septembre 1949

Les comptages ont été effectués 15 jours après chacune des contaminations.

Produits utilisés	Doses %	Contamination A Nombre d'insectes			Contamination B Nombre d'insectes		
		Poirier V. M.	Pom. V. M.	Total V. M.	Poirier V. M.	Pom. V. M.	Total V. M.
Zeidane poudre mouillable à 50 % M. A.	0,2	63 35	92 22	155 57	92 116	24 74	120 190
Zeidane poudre mouillable à 50 % M. A.	0,2	13 80	12 59	25 139	67 148	8 91	75 239
Huile de pétrole — émulsion concentrée à 80 % M. A.....	1						
Témoins sans traitement.....		94 11	104 4	198 15	284 45	264 21	548 66

des insectes très jeunes et jeunes, n'ayant pas, en tout cas, dépassé le premier stade. En testant les deux formules sur des populations d'âges divers et connus, obtenues en contaminant plusieurs séries de sujets à date échelonnées, cette supériorité ressort nettement (tableau IV) encore que cependant, même l'efficacité de la formule mixte tende à s'amenuiser à mesure que les populations avancent en âge. Cependant, cette « gamme »

TABLEAU IV

*Résultats comparatifs, sur populations de Pou de San José d'âges différents. de traitements aux huiles de pétrole seules ou additionnées de DDT.*

Date du traitement : 25 juillet 1950 (Saint-Genis-Laval, Pommiers en pots).

Formule A : 1 p. 100 d'une émulsion concentrée à 83 p. 100 d'huile de pétrole.

Formule B : 1 p. 100 d'une émulsion concentrée à 83 p. 100 d'huile de pétrole + 0,2 p. 100 d'une poudre mouillable à 50 p. 100 de DDT.

Age des insectes	Formule A		Formule B		Observations
	Mortalité %	Efficacité Abbott	Mortalité	Efficacité Abbott	
43-46 jours.....	69,4	66,2	98,8	90,3	La majorité des insectes ont atteint le stade adulte à la date du traitement
31-40 jours.....	77,1	62,5	92,7	91,1	Au moment du traitement 40 % d'insectes adultes
29-32 jours.....	66,7	61,6	99,7	99,6	Au moment du traitement 20 % d'insectes ont dépassé le premier stade
13-18 jours.....	96,8	95,4	100	100	Au moment du traitement, tous les insectes sont au premier stade larvaire
10-17 jours.....	100	100	100	100	id
5-10 jours.....	99,6	98,7	100	100	id

d'efficacité plus large, permet de ne recourir qu'à une application plus tardive, et ainsi de restreindre éventuellement le nombre des interventions, alors que le traitement à l'huile seule, pour avoir le maximum d'efficacité, requiert d'être appliqué dans les quelques jours de la sortie des premiers néonates, avec comme corollaire, la nécessité de deux interventions ou davantage pour couvrir la totalité de la période de sortie des jeunes larves.

Cependant, les résultats fournis par cette formule zeidane + huile blanche sont apparus comme assez inégaux selon le moment d'application: ils paraissent dépendre notamment à la fois de la température et de degré de développement des populations. Nous résumons au tableau V quelques observations relatives aux résultats obtenus selon la saison, en indiquant les températures approximatives de la période qui a suivi le traitement

TABLEAU V

*Efficacité de la formule zeidane (100 g M.A hl) — huile de pétrole (800 g M.A hl) selon les conditions atmosphériques et le moment d'application. (1948-1949)*

Date	Lieu	Température moyenne lors de l'application	Stade évolutif de l'insecte	Efficacité du traitement
8-9 juillet 1948 ...	Mezeriat	18 à 22°	Pleine évolution	92 %
8 septembre 1948	St Genis	14 à 18°	Début de diapause	81,3
16 décembre 1948..	Tassin	3 à 5° puis — 2 — 4	Pleine hibernation	77,0
16 mars 1949.....	Tassin	7 à 8°	Début de développ.	95,6 — 96,2
5 juillet 1949....	Tassin	20 à 25°	Pleine évolution	98 — 99
20 octobre 1949...	St Genis	12 à 16°	Diapause	80 — 82

(15-20 jours) ainsi que l'évolution moyenne des populations au moment de la pulvérisation. Ces observations indiquent entre autres, que l'emploi de la formule mixte zeidane + huile doit être limité aux seules périodes de pleine évolution du Pou de San José; c'est donc une formule de traitement d'été au sens strict du mot, dont les dates d'application, sous peine d'une perte d'efficacité, doivent être assez judicieusement choisies, inconvénient que ne présentent pas d'autres formules telles par exemple les oléoparathions.

#### Observations sur l'emploi du parathion et des oléoparathions.

Les premiers essais de traitement d'été contre le Pou de San José avec des formules mixtes préparées à partir de spécialités commerciales à base d'huile de pétrole d'une part, à base de parathion d'autre part, avaient été quelque peu décevants, bien qu'en général l'efficacité obtenue fût supérieure à celle de l'huile utilisée seule. Les résultats étaient en général inférieurs à ceux obtenus avec le mélange zeidane + huile, et étaient par ailleurs extrêmement irréguliers, oscillant selon les expériences, entre 50 et 90 p. 100 d'efficacité. Ceci pouvait être attribué à la rapide dégrada-

tion du parathion dans le milieu fortement alcalin que constituent la plupart des bouillies d'huiles blanches. L'industrie mit alors sur le marché des formules toutes préparées à base d'huile de pétrole et de parathion élaborées de telle sorte qu'elles demeurent proches de la neutralité, formules que l'usage a consacré sous le nom d'oléoparathions, et dont l'efficacité en traitement d'été contre le Pou de San José se révéla fort intéressante, supérieure à celle des mélanges extemporanés, et moins dépendante que celle des mélanges zeidane + huile des conditions climatiques ou des conditions biologiques de l'insecte ; le tableau VI rend compte d'une série d'expériences faites à une date assez avancée dans la saison, où effectivement l'oléoparathion donna les meilleurs résultats.

Les oléoparathions ont également fait preuve d'une très bonne persistance : leur pouvoir de protection contre les réinfestations après traitement est supérieur à celui du mélange zeidane + huile ainsi qu'à celui du parathion seul : le tableau VII résume l'une de ces expériences ; plusieurs séries de jeunes arbres étant traités avec les diverses formules, étaient ensuite à dates échelonnées soumis à la contamination forcée : la protection supérieure conférée par l'oléoparathion se décèle non seulement à la proportion d'insectes fixés morts par rapport à l'ensemble, mais aussi au nombre absolu d'insectes fixés.

En ce qui concerne l'utilisation du parathion seul, il semble qu'il ne soit guère efficace que contre les larves très jeunes et jeunes, et sans action

TABLEAU VI

*Essais de traitements d'été contre Quadraspidiotus perniciosus COMST.  
Poiriers en place Saint-Genis-Laval.*

Traitement le 7-7-1950. — Dénombrement 25-28.10.1950 (12 à 1500 insectes par traitement).

Produits	Dose	Teneur en M. A. de la bouillie (gr/hl)			Résultats	
		Parathion	Zeidane	Huile	Mortalité	Efficacité
Parathion Solution émulsifiable à 4 % M. A. ....	0,375 %	15			39,8 %	21,0
Huile de pétrole émulsion concentrée à 83 % M. A. ....	1 %					
Parathion Solution émulsifiable à 4 % M. A. ....	0,375 %	15		830	78,2	76,4
+ Huile de pétrole émulsion concentrée à 83 % M. A. ....	1 %					
Oléoparathion 80 % huile de pétrole et 1,5 % de parathion.....	1 %	15		800	96,3	94,8
Zeidane poudre mouillable à 50 % M. A. ....	0,2 %		100	830	88,8	86,7
+ Huile de pétrole émulsion concentrée à 83 % M. A. ....	1 %					

notable sur les populations déjà assez avancées en âge. Il n'est d'ailleurs pas exclu que cette efficacité du parathion puisse varier selon la forme sous laquelle sont présentées les spécialités servant à préparer la bouillie : les auteurs allemands obtiennent par exemple de bons résultats avec des solutions émulsifiables à forte teneur en matière active (46,7 p. 100 de para-

TABLEAU VII

*Persistance d'action de diverses formules utilisées en traitement d'été contre Quadraspidiotus perniciosus.*

Végétaux en pots (deux sujets par formule) traités le 6 août 1951. Comptages effectués 15 jours après les infestations.

Produits	Doses %	Nombre d'insectes fixés à la suite des contaminations								
		du 11 au 16 août			du 18 au 27 août			du 5 au 11 sept.		
		V.	M.	% Mort.	V.	M.	% Mort.	V.	M.	% Mort.
Oléoparathion, 80 % d'huile de pétrole et 1,5 % de parathion..	I	0	23	100	1	17	94,1	39	41	51,3
		0	15	100	0	20	100	7	31	81,6
		0	38	100	1	37	97,4	46	72	61,0
Parathion. Solution émulsifiable à 4 % M. A.....	0,375	0	124	100	13	80	86,0	52	27	34,1
		4	188	97,9	5	37	88,1	31	20	40,0
		4	312	98,7	18	117	86,7	83	47	36,1
Huile de pétrole, émulsion concentrée à 83 % M. A.....	I				8	22	73,3	95	68	41,7
		+			15	31	67,4	124	134	58,6
Zeïdane poudre mouillable à 50 % M. A.....	0,2									
					23	53	69,7	119	102	46,1
Témoins .....	—	124	17	12,1	200	39	14,2	207	13	5,9
		114	15	11,6	69	13	15,9	147	9	5,2
		238	32	11,9	269	46	14,6	354	22	5,8

thion). Il reste aussi que le parathion est doué d'une efficacité rémanente contre les jeunes larves non négligeable, et sous ce rapport, les résultats que nous avons pu obtenir ne diffèrent guère de ceux d'autres expérimentateurs. Ceci explique que les traitements réguliers au parathion, alors même qu'ils ne sont pas spécialement dirigés contre le Pou de San José, aient pu, comme cela a été observé, s'accompagner d'une action de protection sur fruits contre ce ravageur, et même d'une régression progressive et généralisée dans l'ensemble des vergers qui y étaient soumis.

### Résumé et conclusions.

L'efficacité des traitements en cours de végétation contre le Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* COMST) peu satisfaisante lorsque l'huile minérale est employée seule, aux doses applicables en été, est très

nettement améliorée par l'adjonction à ces huiles, de certains produits insecticides de synthèse, en particulier le zeidane ou le parathion.

Cette amélioration se traduit à la fois par une plus grande persistance d'action, et une mortalité plus élevée.

L'efficacité des mélanges zeidane + huile reste toutefois tributaire des conditions climatiques et des conditions biologiques de l'insecte, alors que celle des oléoparathions (elle-même supérieure à celle des mélanges extemporanés huile + parathions) l'est beaucoup moins.

Le parathion, utilisé seul est susceptible de donner des résultats intéressants mais il est dépassé, en particulier en ce qui concerne sa persistance, par les oléoparathions.

Reçu pour publication le 14 novembre 1956.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

- (1) ANTONGIOVANNI (E.). — Prove sull'efficacia di alcuni prodotti a base di parathion nella lotta invernale contro le Cocciniglie delle piante da frutto. *Tiré à part*, 22 p., Montecatini éd. Milano, 1954.
- (2) BÖHM (H.). — Sommerbekämpfung der San José-Schildlaus. (*Quadraspidiotus perniciosus* COMST.) *Pflanzensch. Ber.*, III, 1-9, 1949.
- (3) DURR (H. J. R.). — The effect of parathion on the *perniciosus*-Scale *Aspidiotus perniciosus* COMST. *J. Ent. Soc. South. Afr.*, XIV, n° 2, 200-201, 1951.
- (4) LÜDICKE (M.). — Über biologische Besonderheiten der San José-Schildlaus im Zusammenhang mit der Wirkung von Phosphorsäureestern., *Höfchen-Briefe* III hft. 2, 17-32, 1950.
- (5) MARR (G.). — Versuche über Sommerbekämpfung der San José-Schildlaus. *Höfchen-Briefe* II hft., 1, 18-25, 1949.
- (6) O'NEILL (W. J.). — DDT and parathion for san José Scale control. *J. Econ. Ent.*, XLIV, n° 5, 709-711, 1951.
- (7) SCHUHMAN, G. . . Die Einwirkung des Diäthyl-p-nitrophenyl-Esters der Thiophosphorsäure auf die San José-Schildlaus (*Quadraspidiotus perniciosus* COMST). *Z. ang. Ent.* XXXVI hft., 3, 284-303, 1954.
- (8) VASSEUR (R.). — Quelques données sur la biologie du Pou de San José, dans la région Lyonnaise. Perspectives nouvelles de lutte chimique. *La Pomologie Française*, LXXXVI, 47-51, 1949.
- (9) VASSEUR (R.) et BIANCHI (H.). — Quelques données nouvelles sur la lutte chimique contre le Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* COMST) *C. R. Acad. Agr. Fr.*, XXX, 280-282, 1949.

## LES CHAMPIGNONS NUISIBLES AUX SEMIS DE MAÏS

**I. — ORGANISMES RESPONSABLES  
ET CONDITIONS D'INFECTION**

PAR

**C. M. MESSIAEN et R. LAFON**

Station de Pathologie Végétale  
Centre de Recherches Agronomiques du Sud-Ouest  
Pont-de-la-Maye (Gironde).

---

**PLAN DU MÉMOIRE**

- I. — Pourritures d'épis et champignons portés par les grains.**
  - II. — Champignons du sol.**
  - III. — Comparaisons de virulence de souches.**
  - IV. — Résumé.**
  - Bibliographie.**
- 

Dans les vieilles régions de culture du maïs, on a l'habitude de semer assez dru, on éclaircit ensuite à la densité voulue. Ce seul fait montre qu'un semis de maïs est une opération aléatoire. Le grain mis en terre et la jeune plantule peuvent être la proie d'ennemis nombreux, corbeaux, tourterelles, campagnols, etc... Les taupins, les vers gris, les mouches de semis et bien d'autres insectes peuvent également les attaquer. Si l'on élimine toutes ces causes de manques à la levée, on s'aperçoit que bien souvent le pourcentage de germination est bien inférieur à ce qu'il devrait être. On attribue en général à première vue cette réduction au froid ou à la sécheresse. De nombreux travaux étrangers, américains en particulier, ont montré que dans la plupart des cas il fallait incriminer en réalité des champignons microscopiques dont la virulence envers les grains et les plantules est favorisée par les mauvaises conditions de germination. Les expériences dont les résultats sont rassemblés ici ont eu pour but de déterminer quels étaient en France les champignons capables de provoquer des manques à la levée sur le maïs, et par quels moyens on pourrait les combattre.

Les champignons qui attaquent les grains de maïs dans le sol peuvent avoir deux origines : ils peuvent être portés par le grain lui-même, qui provient alors d'épis contaminés, ou être présents dans le sol.

## I. — POURRITURES D'ÉPIS ET CHAMPIGNONS PORTÉS PAR LES GRAINS.

Les épis de maïs peuvent être attaqués par un grand nombre de champignons parasites. Une publication précédente (1) a donné les caractères des principaux d'entre eux. Rappelons que les deux champignons les plus fréquents sont :

*Gibberella zeae* (Schw.) Petch.

*Gibberella fujikuroi* (Saw.) Wr. (et sa variété *subglutinans* Edw.).

Nous avons également observés sur épis de maïs :

*Fusarium poae* (Peck) Wr (associé à *Pediculopsis graminum* (Reut.)

*Nigrospora oryzae* (Berk et Br.) Petch.

*Physalospora zeicola* Ell. et Ev.

*Physalospora zeae* Stout.

*Cladosporium herbarum* (Pers.) Lk.

*Rhizopus* sp.

*Penicillium* sp.

*Aspergillus* sp.

De plus, nous avons pu réaliser facilement des contaminations artificielles avec des champignons vivant sur les tiges en parasites ou parfois en saprophytes :

*Colletotrichum graminicolum* (Ces.) Wils.

*Phaeocytosporella zeae* Stout.

*Diplodia zeae* (Schw.) Lév.

*Macrophomina phaseoli* Maubl.

*Trichoderma lignorum* (Tode) Harz.

mais n'avons pas observé d'épis spontanément contaminés par ces champignons.

*Diplodia zeae* n'a été observé qu'une fois à Saint-Martin-de-Hinx (Landes), et jamais retrouvé depuis. Les épis contaminés artificiellement ont été conservés au laboratoire ou détruits par le feu, ainsi que les tiges.

Les grains complètement envahis par les parasites précités sont incapables de germer. Mais à la limite des zones attaquées, on trouve des grains qui ne sont que partiellement atteints et dont l'embryon est encore viable. C'est également le cas des grains qui proviennent d'épis portant des contaminations légères et peu apparentes.

Ces grains partiellement atteints sont faciles à déceler dans les lots

de semence quand il s'agit de champignons à mycélium noir (fig. 1). Mais ce ne sont ni les plus fréquents, ni les plus dangereux. Nous avons en effet été surpris de constater que des grains portant les marques bien visibles de *Physalospora zeae*, *Colletotrichum graminicolum*, *Macrophomina phaseoli*, *Cladosporium herbarum* ont une germination encore satisfaisante, même dans de mauvaises conditions.

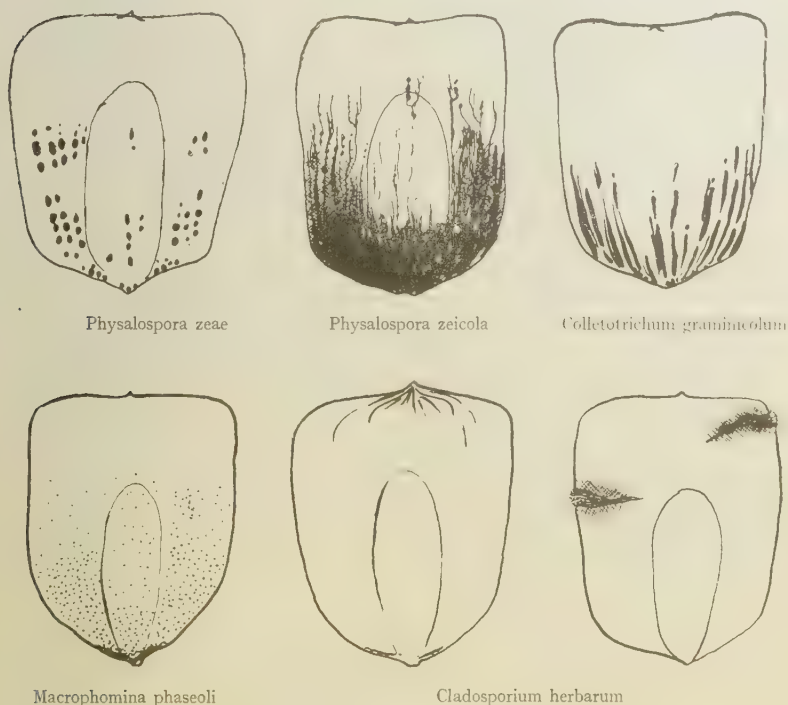


FIG. 1. — Grains de maïs attaqués par des champignons à mycélium noir.

On rencontre également souvent dans les lots de semence des grains portant des stries blanches longitudinales. Ces stries sont en général le signe d'une infection superficielle par *Gibberella fujikuroi*, ou *Cephalosporium acremonium*. Des stries noires partant du sommet du grain sont le signe d'une infection superficielle par *Cladosporium herbarum*. Ces grains striés germent également de façon satisfaisante. Bien plus difficiles à repérer, ne présentant le plus souvent qu'un aspect jaunâtre ou mat, les grains partiellement attaqués par *Gibberella zeae* ainsi que par *Nigrospora oryzae* et *Diplodia zeae* germent, au contraire, assez mal, surtout à basse tempé-

rature. Le tableau suivant résume les résultats que nous avons obtenus :

Grains partiellement infectés par :	P. 100 de germination	
	à 20°	8 jours à 10°, puis 20°
<i>Gibberella zeae</i> .....	67	39
<i>Diplodia zeae</i> .....	30	5
<i>Colletotrichum graminicolum</i> .....	70	65
<i>Physalospora zeicola</i> .....	90	85
<i>Macrophomina phaseoli</i> .....	95	90
<i>Gibberella fujikuroi</i> .....	92	90
<i>Cladosporium herbarum</i> .....	96	93
Grains sains .....	99	98

Nous n'avons jamais réuni de collection importante de grains naturellement infectés par *Nigrospora oryzae*, mais les quelques dizaines de grains que nous avons semés n'ont jamais germé de façon satisfaisante.

Pour *Gibberella zeae*, nous avons cherché à préciser quelle était l'extension de la contamination à partir de la zone recouverte de mycélium rose. On peut estimer au double ou au triple de cette zone l'extension du champignon. Le pouvoir germinatif des grains varie de façon progressive suivant que les grains sont plus ou moins envahis par le mycélium. Il est pratiquement impossible de réaliser une collection importante de grains contaminés de façon homogène, pour les essais de désinfection de semences.

La température du sol au semis influe elle aussi sur le pourcentage de germination des grains infectés par *Gibberella zeae*. Avec un lot de grains infectés provenant d'épis malades (A) nous avons eu un pourcentage de germination nettement inférieur à celui d'un lot témoin sain (B).

	A. Lot infecté	B. Lot sain
25° .....	78	—
20° .....	67	94,5
15° une semaine, puis 20° .....	60	—
10° une semaine, puis 20° .....	39	98,5

La virulence est maximum aux environs du zéro de végétation du maïs. On doit donc éliminer sévèrement des lots de semences les épis portant des attaques de champignons parasites, et surtout ceux attaqués par *Gibberella zeae*.

Pour apprécier l'état sanitaire d'un lot de semence, on pratiquera un essai au froid. On sème les grains sur un support inerte (sable ou vermiculite), on les expose pendant une semaine à une température de 10°, on les porte ensuite en serre à 20-25°. Si l'on veut gagner de la place, on peut faire l'incubation à 10° dans des petits pots ou des rouleaux de papier filtre ; on repiquera les grains en serre au bout d'une semaine.

## II. — CHAMPIGNONS DU SOL

Les grains et les jeunes plantules peuvent être aussi attaqués par des champignons du sol. Les chercheurs américains, surtout dans les dernières années — on peut citer HOPPE (2), ULLSTRUP (3), WEN-CHUN HO (4) — ont beaucoup insisté sur le rôle parasitaire des *Pythium*, et leur attribuent la plus grande partie des manques à la levée et des fontes de semis.

N'ayant jamais observé de véritable « fonte de semis », mais surtout des manques à la levée, il nous a semblé dès le début de nos recherches que le rôle des *Pythium* devait être moins important dans nos régions

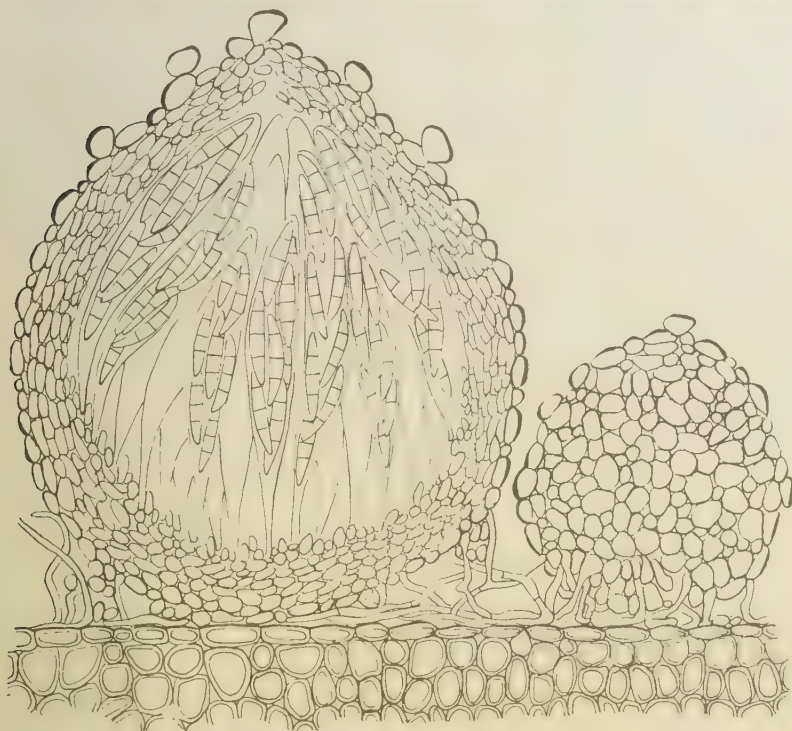


FIG. 2. — Coupe d'un périthèce de *Gibberella zeae* ; périthèce immature à droite.

qu'en Amérique. Les isollements pratiqués à partir de grains non germés nous donnaient, en général, des champignons semblables au *Gibberella zeae* isolé de tiges ou d'épis malades. Nous avons pu obtenir à partir de certaines souches, des périthèces de *Gibberella zeae* (fig. 2), ce qui justifie bien cette identification.

Pour vérifier l'existence de *Gibberella zeae* dans le sol, et pour avoir

une idée des divers champignons capables d'attaquer les grains de maïs semés et leur importance relative, nous avons entrepris une série d'expériences comportant les opérations suivantes :

- 1° Incubation de grains de maïs à 10° dans divers échantillons de sols.
- 2° Repiquage au bout d'une semaine sur vermiculite en serre.
- 3° Isolements à partir des grains non germés et des plantules chétives.

Pour accroître la sensibilité des grains sous les avons « limés » au moyen d'un dispositif décrit par ailleurs, mais que nous indiquerons succinctement. Il s'agit du passage des grains durant une minute dans un appareil constitué par un cône creux dans lequel tourne rapidement une meule émeri tronconique. (7)

Nous avons utilisé comme milieu d'isolement un milieu à la prune <sup>(1)</sup> qui nous a donné toute satisfaction. Il permet l'isolement direct des *Fusarium* et des *Pythium*, ainsi que de beaucoup d'autres champignons sans qu'il y ait prolifération de bactéries. Pour les déterminations, on peut reconnaître directement les *Pythium*, *Trichoderma*, etc... sur ce milieu. Pour obtenir des spores avec les *Fusarium*, et le pigment caractéristique de *Gibberella zeae*, nous avons repiqué les souches non déterminées sur le milieu au maïs utilisé habituellement pour *G. zeae* <sup>(2)</sup>.

Nous avons pu ainsi voir que la plupart des terres cultivées du Sud-Ouest contiennent des champignons nuisibles aux semis de maïs. Sur trente terres que nous avons d'abord essayées, nous pouvons citer les exemples suivants :

Incubation dans :	Pour cent de plantules		
	Normales	Chétives	Mortes
Vermiculite (lot témoin) .....	93	7	0
Terre conquise sur la mer, non cultivée (Vendée)..	81	0	11
Terre conquise sur la mer, cultivée depuis peu (Vendée).....	32	7	61
Après trèfle (Mialos, Basses Pyrénées).....	14	6	80
Après blé (Martres-Tolosane, Haute Garonne)....	2	0	98
Après maïs (St-Pé-de-Leren, Basses Pyrénées)...	3	0	97
Après maïs (Créon d'Armagnac, Landes).....	0	0	100

Cet essai réalisé avec des grains de l'hybride Iowa 4417, limés, extrêmement sensibles (il s'agissait d'un lot récolté à maturité physiologique insuffisante), montre bien que c'est non pas le froid qui est cause des manques à la levée, mais bien les champignons du sol. Seules des terres neuves ou mises en culture depuis peu de temps sont exemptes de champignons virulents envers les grains de maïs. Avec des grains de

(1) Décoction de 10 pruneaux + 20 g de gélose par litre.

(2) Pour un litre d'eau : 50 g de farine de maïs ; 5 g d'extract de Malt (« Maltea Moser ») ; 20 g de gélose.

l'hybride W 355 (lot de bonne qualité), nous avons obtenu les résultats suivants :

Incubation dans :	P. 100 de germination
Vermiculite (lot témoin) .....	95
Terre de la Grande Ferrade (sur maïs) .....	58
Terre de Saint-Martin-de-Hinx (sur maïs) .....	60
Terre de Saint-Martin-de-Hinx (sur trèfle) .....	83
Terre de Saint-Martin-de-Hinx (sur blé) .....	82

Nous avons également cherché à voir quelle pouvait être la virulence de terres non soumises à des cultures de plantes annuelles. Nous avons trouvé les résultats suivants, toujours avec W 355 :

Terres	P. 100 de germination
La Grande Ferrade (vigne) .....	96
La Grande Ferrade (forêt chênes et hêtres) .....	92
Léognan (vienne prairie) .....	90
Léognan (forêt de pins) .....	89

On voit que la virulence des terres cultivées en plantes annuelles dépasse en général beaucoup celle des autres terres. De plus, c'est le précédent maïs qui est le plus défavorable.

A quels champignons parasites doit-on attribuer ces défauts de germination ? Nous avons fait des isollements à partir de tous les grains non germés pour W 355, d'une partie seulement pour 14417. A ces isollements, nous pouvons ajouter ceux que nous avons faits à partir des grains non germés d'un essai de lignées de M. CAUDERON, dans une terre du Centre de Versailles ayant porté du maïs deux années consécutives.

Le tableau I résume l'ensemble de ces résultats.

On peut conclure de cet ensemble d'isollements que, dans nos terres cultivées en plantes annuelles, la majorité des manques à la levée dus à des causes « cryptogamiques » doit être attribuée à des champignons appartenant au genre *Fusarium*, le plus virulent étant *F. graminearum* (*Gibberella zeae*). Les *Pythium* sont présents, mais probablement en faible quantité.

Toute méthode est critiquable. Il est évident qu'il aurait été intéressant de faire des isollements à partir des racines qui peuvent également être attaquées par des champignons au début de la vie de la plante, et particulièrement par les *Pythium*. Cela aurait entraîné une expérimentation beaucoup plus longue et l'utilisation d'un matériel trop important. Si nous nous référons cependant aux isollements de WEN-CHUN HO, effectués dans l'Iowa à partir de grains non germés, au cours de trois années (1938-39-40), nous pouvons les comparer aux nôtres (1) :

Champignons isolés p. 100	Sols cultivés	
	France	Iowa
<i>Fusarium</i> sp. ....	37	19
<i>Gibberella zeae</i> .....	31	16
<i>Pythium</i> sp. ....	5	58
Divers .....	25	7

(1) WEN-CHUN HO ne mentionnant pas de Mucorinées, nous les avons également supprimées.

TABLEAU I

Champignons isolés dans différentes terres

Lieu de provenance	Versailles	St-Mar-tin de Hinx	La Grande Ferrade	13 champs	St-Mar-tin de Hinx	8 champs Sud-Ouest	St-Mar-tin de Hinx	5 terres Sud-Ouest	Ensemble des champs cultivés	La Grande Ferrade	La Grande Ferrade	Léognan	Léognan	Ensemble des terres	Total
	Seine-et-Oise	Landes	Gironde	Ensemble du S. O.	Landes	—	Landes	—		Gironde	Gironde	Gironde	Gironde	non cultivées en plantes annuelles	
Précedent cultural	2 ans maïs	Maïs	Maïs	Maïs	Blé	Blé, orge, avoine	Trèfle	Divers		Vigne	Forêt de feuillus	Vieille peaurie	Forêt de pins		
	Lignées	W 335	W 335	W 335	W 355	I 4417	W 355	I 4417		W 335	W 335	W 355	W 355		
Variété utilisée pour l'essai															
Nombre d'isollements	35	41	40	71	18	52	18	28	305	10	7	9	11	36	340
<i>Fusarium</i> sp. ....	1	6	11	27	2	22	3	7	79	1	3	6	—	10	89
<i>Gibberella zeae</i> .....	22	13	7	6	6	7	5	1	67	—	—	—	—	—	67
<i>Mucorinées</i> .....	10	15	10	23	6	9	6	12	91	4	—	—	4	8	99
<i>Pythium</i> sp. ....	1	2	3	2	—	2	—	4	11	—	—	1	—	2	11
<i>Penicillium</i> sp. ....	—	—	1	8	2	3	—	4	18	1	—	—	—	—	20
<i>Verticillium</i> sp. ....	—	1	—	3	—	5	1	3	13	—	—	—	—	—	13
<i>Corticium</i> sp. ....	1	—	2	1	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	3
<i>Rhizoctonia violacea</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
<i>Sclerotium</i> sp. ....	—	1	4	1	1	1	1	—	8	—	—	—	—	—	8
<i>Aureobasidium pullulans</i> ..	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
<i>Acremonium atra</i> .....	—	2	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	4	2
<i>Epicoccum</i> sp. ....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	1	—	—	4
<i>Popularia arundinis</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	—	—	—	1
<i>Trichoderma</i> sp. ....	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	7	10	12
<i>Oospora</i> sp. ....	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	1
<i>Alternaria</i> sp. ....	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	1	1
<i>Sporocybe</i> sp. (?) .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
<i>Mycelia sterilia</i> .....	—	1	1	—	—	3	1	—	6	—	1	—	—	1	6

La proportion de *Pythium* dans les isollements de WEN-CHUN HO est bien supérieure. On pourrait incriminer les méthodes d'isollements : cependant, sur le milieu de culture que nous avons utilisé, le développement des *Pythium* est très bon. Il semble donc que les terres des grandes régions productrices de maïs aux U.S.A. et en France diffèrent par la composition de leur flore de champignons pouvant attaquer les semis de maïs. *Gibberella zeae* et les *Fusarium* sont, en particulier, beaucoup plus abondants, alors que les *Pythium* sont plus rares.

Peut-on envisager une explication de ce fait ? On sait que les températures hivernales sont beaucoup plus basses dans les États du Corn-Belt que dans le sud-ouest de la France, pour des températures d'été analogues. On peut citer les moyennes mensuelles de températures de Pau (Basses-Pyrénées) et de Madison (Wisconsin), sur plusieurs dizaines d'années :

Mois	Pau	Madison
Janvier .....	+ 6°1	— 8°0
Février .....	+ 7°4	— 6°6
Mars .....	+ 10°13	— 0°4
Avril .....	+ 12°2	+ 7°6
Mai .....	+ 15°9	+ 14°3
Juin .....	+ 18°6	+ 19°7
Juillet .....	+ 20°8	+ 22°5
Août .....	+ 20°8	+ 21°3
Septembre .....	+ 18°7	+ 16°8
Octobre .....	+ 14°2	+ 10°2
Novembre .....	+ 9°6	+ 1°8
Décembre .....	+ 0°8	— 5°1

*Gibberella zeae* doit sans doute être considéré comme un champignon capable de vivre dans le sol à l'état saprophytique sur les débris de graminées. C'est ce que F. C. BUTLER et R. L. LUCAS (5 et 6) ont démontré pour *Fusarium culmorum*, espèce voisine (1). On peut donc supposer que dans nos climats *G. zeae* se multiplie pendant l'hiver sur les tiges et les racines de maïs laissées le plus souvent en place. Il est probable que les chaumes d'orge et de blé peuvent également être envahis. Cette multiplication saprophytique serait évidemment stoppée de décembre à mars dans le Wisconsin.

Pour vérifier cette hypothèse, nous avons repris après les froids de février 1956 (moyenne mensuelle — 2°, sol gelé sur 40 cm pendant 18 jours) une des terres que nous avons mises en expérience le 1<sup>er</sup> janvier avant les froids. Si l'on compare les pourcentages de germination et la flore recueillie avant et après cette période, on note les résultats suivants :

(1) SNYDER et HANSEN confondent *Gibberella zeae* et *Fusarium culmorum* en une seule espèce, *Gibberella roseum* f. *cerealis*.

*Terre de la Grande Ferrade (précédent maïs)*

	Prélevé le 3 janvier 1956	Prélevé le 6 mars 1956
Germination p. 100.....	58	86
Nombre d'isollements.....	40	14
<i>Gibberella zeae</i> .....	7	0
<i>Fusarium</i> sp.....	11	0
<i>Pythium</i> sp.....	3	2
Mucorinées.....	10	7
<i>Corticium</i> sp.....	2	1
<i>Sclerotium</i> sp.....	4	1
<i>Penicillium</i> sp.....	1	1
<i>Cladosporium</i> sp.....	0	1
<i>Aureobasidium pullulans</i> ..	1	0
<i>Mycelia sterilia</i> .....	1	1

Autant qu'on puisse en juger par cette seule expérience, à la suite d'un mois de froid rappelant celui des hivers américains, la quantité d'*inoculum* contenu dans le sol a diminué. Si l'on se reporte au détail des isollements, on voit que cette diminution a porté sur *Gibberella zeae* et les *Fusarium* sp. L'hypothèse que nous avons émise semble donc justifiée. Il faudrait encore la vérifier plus sûrement.

### III. — COMPARAISON DE VIRULENCE DE SOUCHES

Il restait encore à savoir si les souches que nous avons isolées étaient bien virulentes envers les grains et les plantules de maïs. Il nous était difficile de mettre en expérience les 342 souches que nous avons isolées, aussi en avons-nous essayé d'abord 42 aussi représentatives que possible de l'ensemble, nous avons repris ensuite les essais sur les 16 souches les plus virulentes. X

Nous avons employé dans ces essais trois méthodes principales :

1° **Semis des grains sur gélose.** On cultive le champignon en boîte de Pétri de 10 cm de diamètre ; quand le développement est suffisant, on prélève le disque de gélose, on en pose 4 sur de la vermiculite mise au fond d'une terrine de 20 cm ; on place 33 grains de maïs, embryon tourné vers le bas sur chaque disque de gélose, on recouvre d'un centimètre de vermiculite. Les terrines, arrosées de solution de Knop sont incubées une semaine à une température moyenne de 10°, portées ensuite à 18-20° à la serre. On note la proportion de plantes normales au bout de dix à quinze jours.

2° **Semis sur coton hydrophile.** On opère comme dans la méthode précédente, mais en remplaçant le disque de gélose par une rondelle de coton hydrophile imbibé d'une suspension de mycélium et de spores de

champignon, obtenue en passant au mixer le contenu de tubes de culture, à raison de dix tubes par litre d'eau.

Cette méthode est plus commode que la précédente, car on sème beaucoup plus facilement de nombreux tubes que des boîtes de Pétri, si on les désire toutes sans défaut.

**3° Contamination des grains.** Cette méthode a déjà été décrite dans un article précédent (7). Elle comporte les opérations suivantes :

- a) « limage » des grains de maïs ;
- b) désinfection des grains par trempage à l'alcool et lavage à l'eau courante ;
- c) trempage des grains dans une suspension de mycélium et de spores du champignon ;
- d) incubation des grains pendant 72 heures dans des récipients clos ;
- e) séchage des grains à l'air.

Les grains sont ensuite semés (ici sur vermiculite), laissés durant une semaine à 10° environ, puis portés à 20°.

Les 42 souches que nous avons mises en essai tout d'abord par la méthode des disques de gélose se répartissaient de la façon suivante :

Nombre de souches	Champignons
5 .....	<i>Gibberella zeae</i>
2 .....	<i>Gibberella fujikuroi</i>
1 .....	<i>G. fujikuroi</i> var. <i>subglutinans</i>
6 .....	<i>Fusarium</i> sp.
5 .....	<i>Pythium</i> sp.
4 .....	Mucorinées
3 .....	<i>Trichoderma</i> sp.
4 .....	<i>Corticium</i> sp.
1 .....	<i>Sclerotium</i> sp.
2 .....	<i>Nigrospora oryzae</i>
1 .....	<i>Colletotrichum graminicolum</i>
1 .....	<i>Aspergillus niger</i>
1 .....	<i>Epicoecum</i> sp.
1 .....	<i>Papularia arundinis</i>
1 .....	<i>Diplodia zeae</i>
1 .....	<i>Phaeocytoporella zeae</i>
3 .....	<i>Mycelia sterilia</i>

Notre but n'étant pas une étude mycologique de la flore récoltée, nous n'avons pas cherché à pousser très loin la détermination des souches, nous arrêtant le plus souvent aux genres, comme on l'a vu plus haut. Pour les *Fusarium*, la spécificité jouant un grand rôle dans la systématique, il était impossible de déterminer sûrement les souches isolées. Elles se rattachaient à l'une ou l'autre des deux grandes espèces *Fusarium oxysporum* et *F. solani*.

Les *Pythium* que nous avons isolés peuvent être tous rattachés à *Pythium de Baryanum* (fig. 3), sauf une souche à œufs échinulés, déterminée comme *Pythium oligandrum* (fig. 3).

Nous avons réuni dans la catégorie *Corticium* sp. un certain nombre

de souches pouvant se rattacher soit à *Corticium solani*, soit à *C. rolfsii*.

Les *Sclerotium* sp. dont nous avons étudié plus spécialement une souche (*Sclerotium* 56) sont des champignons à petits sclérotés noirs de l'ordre du millimètre. On pourrait à première vue les rattacher à *Colletotrichum atramentarium*. Mais l'absence de poils, d'appressoria, de spores

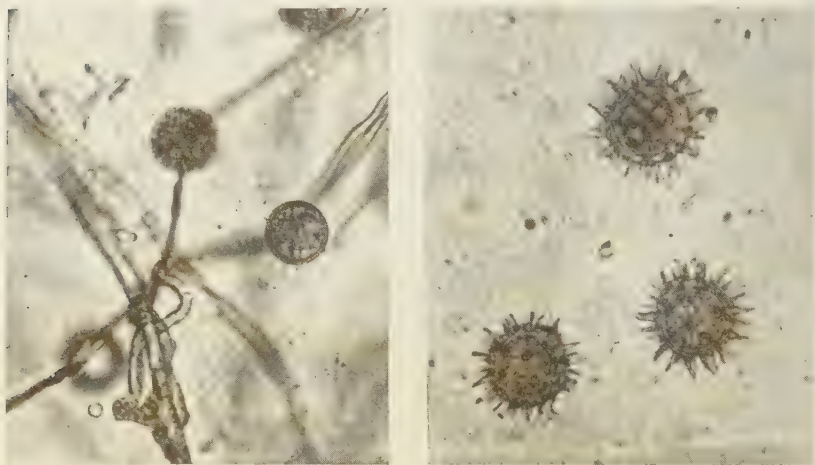


FIG. 3. *Pythium* de Barvanum à gauche ; *Pythium oligandrum* à droite.

typiques et, d'autre part, la production de microconidies sphériques (diamètre : 2  $\mu$ ) et la structure des sclérotés en font des champignons proches des *Sclerotinia*. Ayant isolé des souches semblables sur des écailles extérieures de bulbes d'échalote, nous avons pensé qu'il pouvait s'agir de *Sclerotium cepivorum*, mais, ayant observé par la suite le véritable *S. cepivorum* virulent à partir d'ail malade, nous avons renoncé à cette identification.

*Papularia arundinis* est souvent aussi désigné sous le nom de *Coniosporium arundinis* (par SACCARDO, en particulier).

Nous avons éliminé les champignons qui donnaient un pourcentage de germination supérieur à 85 p. 100, ne conservant ainsi que 16 souches. Parmi les champignons éliminés, on trouve toutes les Mucorinées, qu'on doit considérer comme des hôtes saprophytes du sol, cinq *Fusarium* sur six, deux des trois *Trichoderma*, trois des quatre *Corticium*, les trois mycéliums stériles, *Epicoccum* sp. et *Phaeocytospora zaeae*. *Colletotrichum graminicolum* éliminé également, bien qu'il soit un parasite très virulent des tiges et des feuilles de maïs, ne semble pas capable d'attaquer très fortement les racines, le grain et le mésocotyle. Les souches conservées sont les suivantes :

Espèce	Origine	Désignation abrégée
<i>Gibberella zeae</i> .....	sol 1954	G. Z. 21
<i>G. zeae</i> .....	sol 1955	G. Z. 1
<i>G. zeae</i> .....	tige maïs 1955	G. Z. L
<i>G. fujikuroi</i> .....	épi maïs 1955	G. F.
<i>Fusarium</i> sp. ....	sol 1955	Fusarium 87
<i>Pythium de Baryanum</i> .....	sol 1954	Py. V
<i>P. de Baryanum</i> .....	sol 1955	Py. 31
<i>P. de Baryanum</i> .....	Mycothèque du Muséum	Py. M
<i>P. de Baryanum</i> (1) .....	sol 1955	Py. Z
<i>P. oligandrum</i> .....	sol 1955	Py. oligandrum
<i>Trichoderma</i> sp. ....	sol 1955	Trichoderma 100
<i>Nigrospora</i> sp. ....	épis maïs 1955	Nigro 2
<i>Papularia arundinis</i> .....	sol 1955	Papularia 121
<i>Sclerotium</i> sp. ....	sol 1955	Sclerotium 56
<i>Diplodia zeae</i> .....	tige maïs 1954	D. Z.
<i>Corticium</i> sp. ....	sol 1955	R. S. 21

(1) Isolement direct à partir de grains de terre.

Nous avons essayé ces seize souches par la deuxième et la troisième méthode (coton hydrophile et contamination des grains). Chacun des essais comportait trois répétitions. Les moyennes obtenues sont les suivantes (pourcentage de plantes normales) :

Champignons	2 <sup>e</sup> méthode	3 <sup>e</sup> méthode
G. Z. 21 .....	76	28
G. Z. 1 .....	66	24
G. Z. L .....	52	23
Fusarium 87 .....	98	92
G. F. ....	92	77
Py. V .....	100	81
Py. 31 .....	25	87
Py. Z .....	31	84
Py. M .....	22	61
Py. oligandrum .....	88	97
Trichoderma 100 .....	91	89
Nigrospora 2 .....	64	64
Papularia 121 .....	55	54
Sclerotium 56 .....	74	78
D.Z. ....	72	32
R. S. 21 .....	92	87
Témoin non inoculé .....	97	99

Les résultats diffèrent suivant les méthodes employées. *Gibberella zeae*, *Diplodia zeae*, ainsi que *Gibberella fujikuroi* sont beaucoup plus virulents par contamination des grains. Les *Pythium* au contraire sont plus virulents avec l'autre méthode. Ce sont en tout cas *G. zeae*, *Diplodia zeae* et les *Pythium* de type *P. de Baryanum* qui se montrent les plus dangereux.

Si l'on examine les plantules malades et les grains non germés, on comprend les résultats différents obtenus suivant la méthode de contamination employée. En effet (fig. 4), *Gibberella zeae*, *Diplodia zeae* et *Nigrospora* attaquent indifféremment l'albumen, l'embryon, les racines, le coléoptile et l'hypocotyle.

Les *Pythium* (fig. 4) attaquent spécifiquement les racines et provoquent des nécroses sur le coléoptile et l'hypocotyle. *Sclerotium* sp. (fig. 4) au contraire n'attaque que l'albumen. *Papularia arundinis* (fig. 4) attaque l'albumen et les racines. Quant à *Trichoderma* sp. (fig. 4), ainsi qu'*Aspergillus niger* (fig. 4) (employé dans le premier essai de virulence), il semble qu'ils agissent par inhibition des racines par les substances toxiques qu'ils sécrètent sans doute, plutôt que par action parasitaire directe.

Étant donné la fréquence de *Gibberella zeae* dans les sols du Sud-Ouest et sa virulence qu'on peut considérer comme égale à celle des *Pythium*, c'est surtout en fonction de ce champignon que nous avons organisé nos essais de désinfection de semences, dont les résultats feront l'objet d'une autre publication.

D'une façon générale, ces essais nous donnent une idée de la flore microscopique du sol dans nos régions maïsicoles, du moins de celle qui est susceptible de s'attaquer au maïs. L'absence, ou la rareté de *Diplodia zeae* dans nos régions, et la fréquence de *Gibberella zeae* dans le sol nous permettent de comprendre pourquoi ce dernier est chez nous le principal agent des verses parasitaires, alors qu'il est considéré comme secondaire aux États-Unis.

#### IV. — RÉSUMÉ

Nous avons recherché les causes de la mauvaise levée des semis de maïs et mis en évidence le rôle important joué par certains champignons.

Indépendamment des champignons apportés par les grains lors des semis, nous avons identifié ceux présents dans le sol grâce à une méthode très simple d'isolement.

Les différents types de terre que nous avons étudiés montrent que c'est *Gibberella zeae* qui est l'organisme le plus fréquent et le plus dangereux dans les sols de la région du Sud-Ouest.

*Reçu pour publication le 6 décembre 1956.*

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) GAUDINEAU (M<sup>lle</sup> M.), MESSIAEN (C. M.), LAFON (R.) et SIMONE (J.). — Quelques maladies cryptogamiques sur épis, tiges et feuilles de maïs, *Ann. Epiphyties*, V, 273-299, 1954.
- (2) HOPPE (P. E.) et MIDDLETON (J. T.). — Pathogenicity and occurrence in Wisconsin soils of *Pythium* species which cause seedling disease in corn. *Abs. in. Phytop.*, XXXX, 13, 1950.
- (3) ULLSTRUPP (A. J.). — Diseases of Dent Corn in Indiana. *Station Circular* 359, *Purdue University, Agric. Exp. Station, Lafayette*, 27 p., juin 1950.

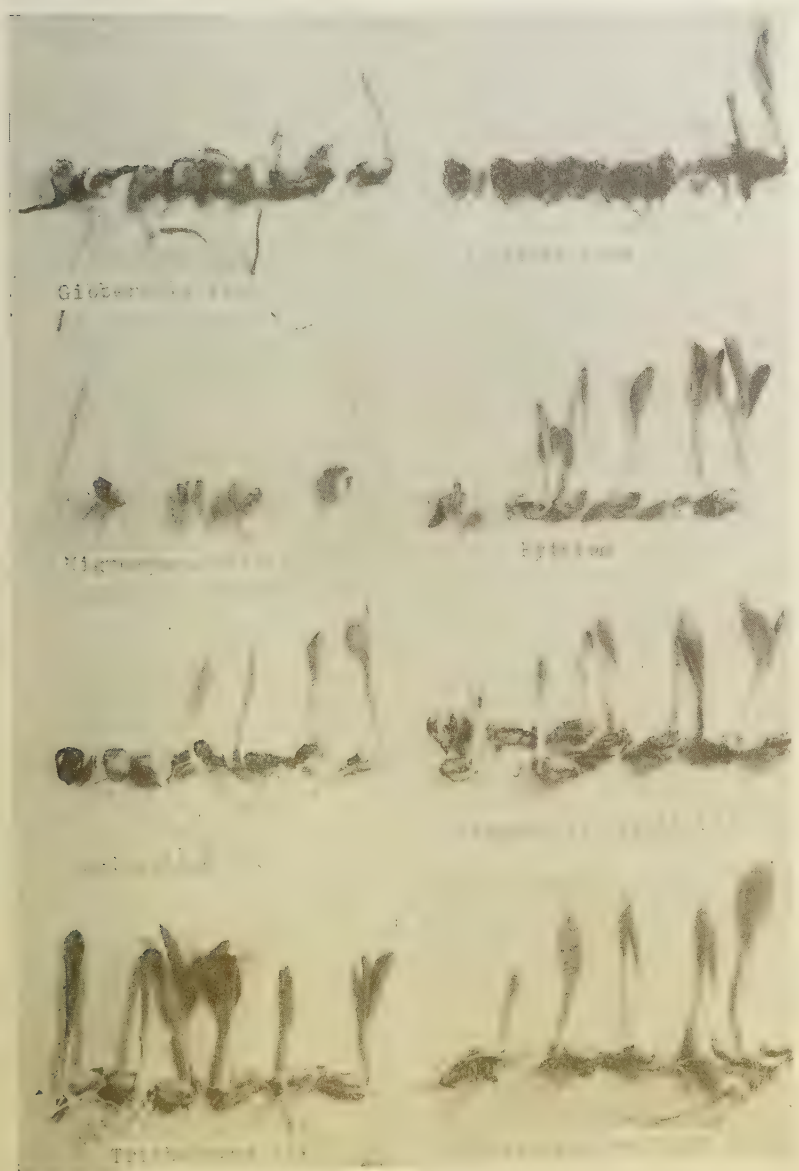


FIG. 4. — Germination des grains de maïs après contamination artificielle.

- (4) WEN-CHUN HO. — Soil-inhabiting fungi attacking the roots of Maize. *Agric. Exp. St., Iowa State College of Agric. and Mechanic Arts, Botany and Plant Pathology Section, Research Bulletin* 332, 403-446, Ames, June 1944.
  - (5) BUTLER (F. C.). — Saprophytic behaviour of some cereal root-rot fungi. I. Saprophytic colonization of wheat straw *The Ann. of Appl. Biol.*, XXXX, 284-297, 1953. II. Factors influencing saprophytic colonization of wheat straw (*ibid.*, 298-304). — III. Saprophytic survival in wheat straw buried in soil (*ibid.*, 305-311).
  - (6) LUCAS (R. L.). — A comparative study of *Ophiobolus graminis* and *Fusarium culmorum* in saprophytic colonization of wheat straw. *The Ann. of Appl. of Appl. Biol.*, XXXXIII, 134-143, 1955.
  - (7) MESSIAEN (C. M.) et LAFON (R.). — L'intérêt des méthodes de contaminations artificielles dans l'amélioration du maïs, *Ann. Amélioration des Plantes*, n° 3, 383-390, 1956.
-

## CHRONIQUE DES LIVRES

CHEVAUGEON (J.). — **Les maladies cryptogamiques du manioc en Afrique occidentale.** 205 p., [Encyclopédie mycologique, XXVIII], P. Lechevalier, Paris, 1956.

Jusqu'à ce jour il n'existait aucun ouvrage traitant dans son ensemble de la pathologie du manioc. Avec la parution de cet important travail, cette lacune se trouve heureusement comblée.

La plus grande partie de l'étude est consacrée à la flore cryptogamique associée au manioc (*Mannihot utilisima* Pohl.). Parasites et saprophytes rencontrés sur cette plante en Afrique occidentale y sont décrits avec beaucoup de détails ; un grand nombre de dessins remarquables illustrent les descriptions.

Parmi les 64 champignons signalés, il faut citer les 16 espèces nouvelles suivantes :

*Auerswaldia robertiana* ; *Leptosphaeria petri* ; *Myiocopron manihoticolum* ; *Dimeriella hygrometrica* ; *Mycosphaerella helense* ; *Diatrypella ivorensis* ; *Pero-neutypa polymorpha* ; *Valsaria manihotis* ; *Camarops nigricans* ; *Ceratophoma manihoticola* ; *Schizothyrella angustispora* ; *Melanconium Moreaui* ; *Eriomyopsis biseptata* ; *Heterosporium Luci* ; *Graphium hendersonulae* ; *Dendrodochium parasiticum*.

Les trois principaux parasites du manioc, responsables de dommages aux cultures sont le *Glomerella cingulata* (Ston.) Sp. et v. Schr. f. sp. *manihotis*, le *Cercospora henningsii* All. et le *Cercospora caribaea* Chupp et Cif. Chacun d'eux a fait l'objet d'études biologiques relatées dans la seconde partie de l'ouvrage.

La répartition géographique, les facteurs écologiques qui la déterminent, les réactions variétales au parasitisme ont été précisés, surtout en ce qui concerne les deux espèces de *Cercospora*.

Enfin une étude des besoins nutritifs des trois champignons parasites, effectuée en culture pure, a permis de montrer que le choix des sources de carbone et d'azote est d'autant plus restreint que le degré du parasitisme est plus élevé. Chez le parasite strict *C. caribaea*, la croissance, le développement et la morphologie sont sous la dépendance de la composition chimique du milieu.

Le rôle de la réaction du milieu sur la croissance des trois parasites a été également étudié, ainsi que l'action de certains éléments métalliques et métalloïdiques sur la germination des spores.

J. P.

VIENNOT-BOURGIN (G.). — **Mildious, Oïdiums, Caries, Charbons, Rouilles des Plantes de France.**

*Encyclopédie mycologique*, texte, vol. XXVI et atlas vol. XXVII. Ed. P. Lechevalier, Paris, 1956.

La parution du nouvel ouvrage du Professeur G. VIENNOT-BOURGIN ouvre des perspectives nouvelles à tous ceux qui s'intéressent au monde varié des champignons microscopiques.

Consacré aux Mildioux, Oïdiums, Caries, Charbons et Rouilles de la flore de France, il constitue non seulement un guide sûr et précis mais aussi un instrument de travail indispensable.

Lorsque l'on songe au nombre de travaux différents qu'il est parfois nécessaire de consulter pour identifier soigneusement un champignon, on s'étonnera de l'aisance avec laquelle il est possible d'atteindre son but avec l'aide de l'ouvrage du Professeur VIENNOT-BOURGIN.

Les recherches sont facilitées grâce à une disposition dichotome adoptée tout au long de l'ouvrage et à l'utilisation de la plante-hôte.

Pour chaque plante de la flore de France, sont indiqués toujours dans le même ordre, les champignons qu'elle est susceptible d'héberger. Une description brève mais précise, des données micrométriques établies sur la mensuration de 200 spores accompagnent chaque champignon décrit.

L'ouvrage est complété par de très nombreux dessins originaux réalisés en général à la même échelle, exécutés avec une finesse et une exactitude remarquables et disposés avec art dans les planches. Cet atlas a une valeur inestimable : il rend infiniment plus de services que ne le ferait un volume double de descriptions.

L'ouvrage réalisé par le Professeur VIENNOT-BOURGIN rendra de grands services aux mycologues, mais surtout il encouragera les débutants dans une voie difficile et souvent périlleuse et il aidera les botanistes amenés à s'intéresser aux parasites des plantes qu'ils étudient.

*Le Directeur-Gérant : B. LACLAVIÈRE.*



Marc RAUCOURT



**Marc Raucourt**

(1900-1956)

Le 8 octobre 1956 Marc RAUCOURT est décédé à Attigny dans les Ardennes, dans sa maison familiale où il était parti se reposer. Son état de santé, qui depuis plusieurs mois inquiétait sa famille et ses amis, s'était, semblait-il amélioré, et lui-même, quelques jours auparavant, avait décidé de reprendre son activité.

Pour juger pleinement l'œuvre et l'homme il faut rappeler qu'en 1938 il commença à ressentir les premières manifestations d'un mal qui peu à peu priva de l'usage des membres inférieurs.

Malgré la souffrance physique et morale, il savait être souriant et bienveillant avec ses collaborateurs, il suivait avec un très vif intérêt leurs travaux, les guidait, les conseillait, leur rappelait sans cesse qu'ils ne devaient négliger ni les travaux précis de laboratoire, ni l'expérimentation de plein champ suivie avec le même esprit scientifique.

L'amour qu'il montrait pour son travail, son esprit critique toujours en éveil, ses vastes connaissances lui assuraient l'estime et l'affection de ses collaborateurs et de tous ceux qui le connaissaient.

Marc RAUCOURT était né dans les Ardennes à Mohon près de Charleville en 1900. Elève du lycée de Charleville, il y montra d'égales aptitudes pour les lettres et les sciences, et il garda toute sa vie un goût très vif pour les études historiques et l'antiquité hellénique.

Après son service militaire dans l'aéronautique, il décida de s'orienter vers les carrières scientifiques et techniques. Il avait gardé de ses origines rurales un goût pour les problèmes agricoles, et il prépara le concours d'entrée à l'Institut National Agronomique, qu'il réussit en 1921. Ingénieur en 1923, il se sentit attiré par les recherches scientifiques, et il entra au Laboratoire du Bouchet pour étudier les effets de substances chimiques diverses sur la physiologie animale.

Au début de sa carrière de chercheur, il eut l'heureuse fortune d'y recevoir les enseignements de maîtres tels que A. MAYER et MAGNE. Pour ce dernier, en particulier, qui fut son chef direct, il garda toute son existence une haute estime et une grande reconnaissance.

Pendant ce temps il complétait ses études supérieures par une licence de sciences naturelles.

De son séjour au Bouchet il conserva un intérêt pour les études de toxicologie, et bien souvent il manifesta le désir de reprendre un secteur d'activité sur la toxicologie des pesticides pour les Vertébrés, lorsque le Laboratoire de Phytopharmacie serait définitivement installé.

Une altération de sa santé, qu'il attribua sans doute à la manipula-

tion de substances hautement toxiques, l'incita à quitter le Bouchet et à s'orienter vers la Recherche Agronomique.

Cette nécessité de changement d'orientation se présenta à lui précisément au moment où l'intensification de la lutte contre les ennemis des cultures, consécutive à la progression du Doryphore, posait certains problèmes aux responsables de la Recherche Agronomique.

Il fallait créer un groupe de travail apportant aux disciplines biologiques l'appui des techniques chimiques. A. DEMOLON comprit qu'il possédait en M. RAUCOURT l'homme qui en raison de sa formation d'agronome et de toxicologue avait les qualités requises pour fonder, diriger et développer une nouvelle unité de recherche : le Laboratoire de Phytopharmacie.

Marc RAUCOURT avait à accomplir une œuvre de pionnier. Il la mena à bien. Ses successeurs n'ont plus qu'à suivre la voie qu'il a largement ouverte. Il devait créer un service qui étudierait tous les produits antiparasitaires à usage agricole, qu'ils soient destinés à la lutte contre les insectes, les champignons et même les vertébrés nuisibles. C'était la première fois que cette unité de travail était conçue. L'idée était heureuse puisque, peu d'années plus tard, de nombreux laboratoires privés et officiels ont été créés sur ces bases.

Au cours des recherches sur les traitements antidoryphoriques poursuivies pendant des années avec B. TROUVELOT, M. RAUCOURT se rendit compte que les échecs de certaines applications étaient la conséquence de l'emploi de spécialités commerciales d'efficacité insuffisante. Il comprit que ces échecs risquaient de décourager les agriculteurs et de compromettre ou de ralentir la vulgarisation des traitements chimiques des cultures.

Il pensa qu'il était indispensable d'assurer à l'agriculteur la valeur des produits qu'il pouvait être sollicité d'employer, et il conçut l'organisation d'un contrôle des produits antiparasitaires (31). La réalisation débuta par le contrôle facultatif des spécialités antidoryphoriques et l'homologation fut étendue en 1943 à l'ensemble des spécialités, tout en étant rendue obligatoire. Malgré les difficultés qui résultèrent de la multiplication des formules, et malgré sa santé déficiente, il consacra, à la satisfaction générale, une grande part de son activité à cette tâche ardue.

Depuis 1945 il avait souhaité grouper tous les chercheurs et techniciens de la lutte contre les ennemis des cultures dans une Société scientifique où chacun viendrait exposer ses derniers travaux et ses récentes réalisations. Avec F. WUILLAUME, autre pionnier de la Phytopharmacie qui vient de nous être enlevé, et B. TROUVELOT, il créa la Société de Phytiairie et de Phytopharmacie qui entre dans sa sixième année et qui a déjà à son actif plusieurs réalisations de portée internationale.

Esprit clair, synthétique, M. RAUCOURT souhaitait vivement voir mettre de l'ordre dans la multiplicité des méthodes de sa discipline ;

il anima et présida plusieurs commissions de normalisation dont le travail est déjà fort appréciable.

L'œuvre scientifique de M. RAUCOURT est très diverse. Elle s'étend aux diverses activités de la discipline qu'il a créée. Ses travaux sont autant de jalons qui guideront pendant longtemps ses disciples dans l'orientation de leurs recherches.

Nous allons en marquer les points fondamentaux :

Dès les premières publications de ce savant on relève dans son programme de recherches l'importance qu'il attribuait aux techniques physiques et chimiques ; ainsi il précise par des analyses la grandeur des dépôts d'insecticides dans les champs ou les vergers traités et l'importance de l'entraînement des poudres par le vent (2, 4, 6, 7, 13) ; préoccupation que l'on retrouve plus tard lorsqu'avec ses collaborateurs il s'occupe des problèmes de traitements aériens (34) et de la lutte contre les chenilles défeuillantes des arbres fruitiers (33).

Il sait que les dépôts d'insecticides laissent des résidus sur les fruits et qu'il convient d'apprécier leur importance, afin d'estimer les risques pour les consommateurs, les animaux domestiques et le gibier, et de prendre des mesures judicieuses pour écarter ces risques. Il étudie les dépôts d'arsenic sur les pommes et les poires (II, 14, 28) et avec A. CHAPPELLIER il examine sous tous leurs aspects les répercussions possibles des traitements antidoryphoriques arsénicaux sur le gibier (9, 10, 20). Il s'intéresse aux conséquences que les traitements arsénicaux dans les prés vergers peuvent avoir sur les vaches laitières consommant l'herbe souillée par l'excès de bouillie (18).

Il constate que certaines spécialités tiennent très mal en suspension, et il met au point avec H. BÉGUÉ une méthode d'essai de la tenue en suspension des poudres pour bouillies, qui permet d'éliminer les spécialités de qualité notoirement insuffisante (17).

Si personnellement il n'a pas participé à la mise au point de méthodes d'analyse chimique, on lui doit cependant, en collaboration avec H. BÉGUÉ, un « Formulaire de Phytopharmacie » où le spécialiste de 1945 trouvait toutes les techniques analytiques dont il avait besoin (25).

La comparaison de l'efficacité de différentes matières actives, la recherche de relations entre l'action insecticide et les propriétés chimiques ou physiques, ou la structure chimique des substances, l'ont toujours préoccupé et on lui doit plusieurs notes avec H. GUERIN ou d'autres collaborateurs sur la toxicité ou les propriétés insecticides de différents composés arsénicaux (12, 16, 21, 23, 27) ou fongicides (30).

Chaque année son programme comporte l'examen méthodique de nombreuses substances nouvelles. C'est ainsi qu'en 1941-1942 il est conduit à la découverte fondamentale des propriétés insecticides de l'hexachlorure de benzène ». De la courte note qu'il publie en 1943 avec A.

DUPIRE sur ce sujet, (24) devait sortir toute une industrie des insecticides. Il a l'immense mérite d'avoir vu immédiatement, au-delà des essais de laboratoire, toutes les possibilités d'applications agricoles de la nouvelle substance.

La comparaison de l'action des produits exige des méthodes de laboratoire précises, il étudie donc une technique d'études des insecticides d'ingestion qui a été utilisée bien des fois (19).

Il n'oublie pas cependant son rôle d'agronome et il sait qu'à côté des recherches de laboratoire le phytopharmacien doit pouvoir apprécier la valeur pratique des produits et il étudie ou fait étudier des méthodes d'évaluation de l'efficacité des pesticides. Son idée directrice est d'effectuer les déterminations dans les conditions d'infestation de la culture, tout en fixant le plus grand nombre possible de facteurs de variations et en particulier en cherchant toujours à réaliser une infestation artificielle contrôlée. La méthode de ce type est par excellence celle qu'il étudie avec B. TROUVELOT et H. BÉGUÉ pour l'examen des produits antidoryphoriques (15).

La lutte contre le Doryphore est encore en 1942 un des plus importants problèmes de la défense des cultures ; aussi M. RAUCOURT rassemble dans une monographie (avec H. BÉGUÉ, 22) toutes les connaissances qu'il a accumulées au cours de nombreuses années d'expérimentation sur les substances antidoryphoriques. Quelques années plus tard, il complètera ce travail par une publication sur les propriétés de contact des substances organiques de synthèse (26, 29, 32) et il laisse une abondante documentation encore inédite.

Dans ces dernières années il apporta une contribution intéressante à l'étude de la lutte chimique contre le Hanneton.

Dans une voie qui, n'étant pas strictement pharmaceutique, montre la curiosité scientifique et l'ouverture de vue de ce chercheur, il nous faut signaler ses travaux avec B. TROUVELOT sur les constituants des feuilles de pommes de terre déterminant l'alimentation des larves de *Leptinotarsa decemlineata* (1, 3, 8).

Nous ne pouvons achever cette revue de l'œuvre de M. RAUCOURT sans rappeler les nombreux articles de vulgarisation de haute tenue scientifique, et les mises au point qu'il publia. Nous pensons en particulier à ces analyses brillantes des principaux travaux de phytopharmacie qui composaient ses « Revues de Phytopharmacie » (35) dont tous les spécialistes regrettèrent l'interruption mais dont, il faut bien le dire, la rédaction devenait d'année en année une tâche beaucoup trop lourde en raison de la multiplicité des travaux et des publications.

L'Académie des Sciences, l'Académie d'Agriculture, différentes Sociétés scientifiques, récompensèrent à plusieurs reprises l'œuvre de celui qui fut le fondateur de la Phytopharmacie française.

G. VIEL.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Nous nous sommes volontairement limités dans cet index bibliographique aux publications les plus marquantes de l'œuvre considérable de M. RAUCOURT qui comprend près de 200 titres.

- (1) RAUCOURT (M.) et TROUVELOT (B.). — Recherches sur les constituants des feuilles de *Solanum tuberosum* déterminant l'alimentation des larves de *Leptinotarsa decemlineata*. *C. R. Académie des Sciences*, **197**, 1153-1154, 1933.
- (2) RAUCOURT (M.) et DUPOUX (R.). — Expériences de poudrage en grande culture dans le Limousin : dangers que présente l'entraînement par le vent des poudres arsenicales. *Revue de Pathologie Végétale*, **20**, 160-170, 1933.
- (3) TROUVELOT (B.), RAUCOURT (M.) et CASTETS (G.). — Remarques sur le mode d'action physiologique des principes actifs de *Solanum tuberosum* envers les larves de *Leptinotarsa decemlineata*. *C. R. Académie des Sciences*, **199**, 684-686, 1934.
- (4) RAUCOURT (M.). — Contribution à l'étude chimique et insecticide des poudrages antidoryphoriques. *Annales agronomiques*, **4**, 529-553, 1934.
- (5) CHAPPELLIER (A.) et RAUCOURT (M.). — La toxicité envers le gibier des insecticides arsenicaux. *C. R. Académie d'Agriculture*, **20**, 598-603, 1934.
- (6) RAUCOURT (M.), DUPOUX (R.) et DUPOUY (L.). — Nouvelles observations sur l'entraînement des poudres insecticides par le vent. *Revue de Pathologie Végétale*, **22**, 217-221, 1935.
- (7) RAUCOURT (M.), TROUVELOT (B.) et CABANE (E.). — Importance et persistance des dépôts d'arsenic dans les traitements insecticides des prés-vergers. *Revue de Pathologie Végétale*, **22**, 67-78, 1935.
- (8) RAUCOURT (M.) et TROUVELOT (B.). — Les principes constituants de la pomme de terre et le Doryphore. Réactions d'ordre sensitif chez la larve. *Annales des Epiphyties*, **2**, 51-98, 1936.
- (9) CHAPPELLIER (A.) et RAUCOURT (M.). — Les traitements insecticides arsenicaux sont-ils dangereux pour le gibier et pour les animaux de la ferme? *Annales des Epiphyties*, **2**, 191-239, 1936.
- (10) CHAPPELLIER (A.) et RAUCOURT (M.). — Les oiseaux contre le Doryphore. *Annales des Epiphyties*, **2**, 241-252, 1936.
- (11) RAUCOURT (M.). — La question des dépôts toxiques sur les fruits. *C. R. Académie d'Agriculture*, **23**, 221-227, 1937.
- (12) RAUCOURT (M.). — Constitution chimique et action insecticide. *Cours-conférence du Centre de Perfectionnement technique*, 14 p.
- (13) RAUCOURT (M.). — Les dépôts d'arsenic dans les prés-vergers à la suite des traitements insecticides. *Annales des Epiphyties*, **4**, 589-598, 1938.
- (14) RAUCOURT (M.), TROUVELOT (B.) et CASTETS (G.). — Les résidus d'arsenic sur les pommes et les poires traitées contre le Carpocapse. Première partie : Essais de 1935. *Annales des Epiphyties*, **4**, 337-356, 1938.
- (15) RAUCOURT (M.), TROUVELOT (B.) et BÉGUÉ (H.). — L'essai d'efficacité des produits antidoryphoriques. *Annales des Epiphyties*, **5**, 51-83, 1939.
- (16) RAUCOURT (M.) et GUERIN (H.). — Sur les propriétés antidoryphoriques des arsénates alcalinoterreux. *C. R. Académie des Sciences*, **213**, 745-748, 1941.
- (17) BÉGUÉ (H.) et RAUCOURT (M.). — La mesure de la vitesse de sédimentation dans les bouillies antiparasitaires. *Annales Agronomiques*, **11**, 92-108, 1941.
- (18) CHAPPELLIER (A.) et RAUCOURT (M.). — Les traitements insecticides des prés-vergers. Action de l'arsenic sur les vaches laitières. *Annales des Epiphyties*, **7**, 119-128, 1941.

- (19) RAUCOURT (M.). — La détermination des doses toxiques de certains produits envers le Doryphore. *Annales des Epiphyties*, **7**, 129-133, 1941.
- (20) CHAPPELLIER (A.) et RAUCOURT (M.). — Les rapports entre les traitements arsenicaux antidoryphoriques et le gibier. Nouvelles études. *Annales des Epiphyties*, **8**, 1-45, 1942.
- (21) GUERIN (H.) et RAUCOURT (M.). — Sur quelques propriétés des arsénates de calcium en relation avec leur utilisation en phytopharmacie. *Chimie et Industrie*, **47**, 597-602, 1942.
- (22) RAUCOURT (M.) et BÉGUÉ (H.). — Étude sur les produits utilisés en France contre le Doryphore. *Monographie des Stations et Laboratoires de Recherches Agronomiques*, 115 p., 34 fig., 4 pl., 1942.
- (23) RAUCOURT (M.), GUÉRIN (H.), BÉGUÉ (H.) et MOREL (G.). — L'action insecticide des arsénates de chaux contre le Doryphore. *Annales des Epiphyties*, **9**, 1-9, 1943.
- (24) DUPIRE (A.) et RAUCOURT (M.). — Un insecticide nouveau : l'hexachlorure de benzène. *C. R. Académie d'Agriculture*, **29**, 470-472, 1943.
- (25) RAUCOURT (M.) et BÉGUÉ (H.). — Formulaire phytopharmaceutique. *Monographie des Stations et laboratoires de Recherches Agronomiques*, 205 p., 13 fig.
- (26) RAUCOURT (M.) et VIEL (G.). — Propriétés insecticides de l'hexachlorocyclohexane. *C. R. Académie d'Agriculture*, **31**, 558-565, 1945.
- (27) RAUCOURT (M.), GUÉRIN (H.), BÉGUÉ (H.) et VIEL (G.). — L'action insecticide des composés arsenicaux contre le Doryphore. *Annales des Epiphyties*, **12**, 365-376, 1946.
- (28) RAUCOURT (M.). — Les résidus d'arsenic sur les pommes et les poires traitées contre le Carpocapse. Deuxième partie. *Annales des Epiphyties*, **12**, 91-105, 1946.
- (29) RAUCOURT (M.) et BÉGUÉ (H.). — Étude de laboratoire sur l'hexachlorocyclohexane et ses dérivés. *Annales des Epiphyties*, **12**, 355-363, 1946.
- (30) KOVACHE (A.), RAUCOURT (M.), FICHEROULLE (M.) et MOREL (G.). — Recherches sur les propriétés fongicides de certains composés organiques de synthèse. *Annales des Epiphyties*, **13**, 67-81, 1947.
- (31) RAUCOURT (M.). — L'homologation des produits antiparasitaires à usage agricole. Premières années de fonctionnement. *Revue technique de la protection des végétaux*, **1**, 169-195, 1947.
- (32) RAUCOURT (M.) et VIEL (G.). — Évaluation de la valeur insecticide de quelques composés organiques de synthèse. *C. R. Académie d'Agriculture*, **34**, 328-330, 1948.
- (33) RAUCOURT (M.), VIEL (G.) et VENTURA (E.). — La lutte chimique contre les chenilles défeuillantes du pommier à cidre. *Annales des Epiphyties*, **3**, 333-396, 1956.
- (34) RAUCOURT (M.), VIEL (G.) et CHEVREL (J.). — Étude sur les traitements aériens par poudrage. *Annales des Epiphyties*, **2**, 227-256, 1953.
- (35) RAUCOURT (M.). — Revue de Phytopharmacie. *Annales Agronomiques*, II, 232, 1933 ; III, 385, 1935 ; IV, 817, 1937 ; V, 127, 1940 ; VI, 451, 1942 ; VII, 442, 1943 ; VIII, 379, 1945 ; IX, 719, 1947 ; X, 208, 1950.

*Cryptorrhynchus lapathi* L. (Coleoptera Curculionidae)  
RAVAGEUR DES OSIERS CULTIVÉS

PAR

**D. SCHVESTER**

Avec la collaboration technique de

**H. BIANCHI**

Laboratoire d'étude du Pou de San José, Saint-Genis-Laval (Rhône).

---

**PLAN DU MÉMOIRE**

**Introduction.**

**Caractères des dégâts de *Cryptorrhynchus lapathi* sur osier. Importance économique.**

**Biologie et cycle évolutif de l'insecte.**

**Espèces et variétés attaquées.**

**Essais de lutte chimique.**

**Résumé et conclusions.**

**INTRODUCTION**

*Cryptorrhynchus lapathi* L. est connu depuis longtemps comme ravageur du Peuplier en particulier dans les plantations de pépinières, où les jeunes plants déjà fortement dépréciés du fait de l'action des larves xylophages de l'espèce, voient de plus, du fait de l'existence des galeries qu'elles creusent, fortement diminuer leur résistance à la cassure, notamment sous l'effet du vent.

Une manifestation assez peu connue, et en tout cas non encore signalée en France de l'activité déprédatrice de ce Curculionide, est apparue depuis quelques années dans certaines oseraies des environs de Lyon, en particulier dans la région dite du « Marais de Bourgoin » et de la Vallée de la Bourbre, plus spécialement à La Verpillière (Isère). Les Peupliers, largement répandus dans ce périmètre sont peut être d'ailleurs à soupçonner comme les foyers d'origine de ces invasions.

Nous avons donc entrepris une étude de l'insecte, étude dont le but principal était la mise au point de méthodes de lutte : on verra que les essais de lutte chimique n'ont pas permis jusqu'à présent d'aboutir à

une solution pratique du problème ; mais les observations biologiques et éthologiques effectuées à cette occasion, ont donné lieu à certaines conclusions qu'il était intéressant de rapporter <sup>(1)</sup>.

Il nous paraît cependant utile, pour la bonne compréhension de la suite, de décrire rapidement les caractéristiques principales de la plantation qui fut le cadre de nos observations : il s'agit d'une oseraie d'une superficie d'environ 10 hectares d'un seul tenant, comprenant diverses parcelles d'inégale importance, plantées en variétés différentes ; quatre d'entre ces parcelles, elles-mêmes d'inégale superficie sont plantées en *Salix americana* (Hort.) (le rôle de cette variété sera défini dans ce qui suit) et constituent à elles quatre, environ la moitié de la surface totale de la plantation ; elles sont séparées les unes des autres soit par des bandes de terrain inculte, soit par d'autres parcelles de variétés différentes.

L'ensemble de la plantation avait été fait par bouturage dans le sol de tronçons de tige d'environ 15 cm de long, ces boutures rangées en lignes espacées d'environ 80 cm et elles-mêmes à une distance d'environ 20 cm l'une de l'autre sur la ligne, à l'origine. La récolte est pratiquée tous les ans à la fin de l'automne et au début de l'hiver, par section des brins au ras du sol, si bien qu'à l'heure actuelle encore, au bout d'environ 15 ans de plantation, les pieds-mères ne présentent pas, à proprement parler de troncs, mais seulement des souches à fleur de terre, souches qui maintenant se rejoignent les unes les autres sur la ligne et ont tendance à fusionner entre elles.

### **CARACTÈRE DES DÉGATS DE *Cryptorrhynchus lapathi* SUR OSIER. IMPORTANCE ÉCONOMIQUE**

L'insecte est connu comme ravageur éventuel des osiers cultivés en Suisse, en Allemagne, en Hollande, en Tchécoslovaquie, en Espagne, etc. Faisant ici abstraction du fait qu'il est considéré par certains auteurs comme un vecteur de maladies aussi bien pour l'Osier que pour le Peuplier, nous attirerons l'attention sur certaines particularités de ses dégâts sur l'Osier.

En effet, contrairement à ce qui a lieu sur Peuplier, les ravages les plus importants ne sont pas le fait de la larve et de son mode de vie xylophage, mais bien celui de l'imago. En fait, lorsque la pullulation est importante, comme c'est le cas à La Verpillière sur certaines variétés, les

(1) Nous tenons à remercier chaleureusement ici, toutes les personnes qui, de près ou de loin, nous ont aidé à la réalisation de notre travail, en particulier M. CHAMBE, propriétaire des « Oseraies de France », à La Verpillière, et son chef de culture, M. L. CHEMIN ; M. J. FONDEUX, directeur de l'Ecole Nationale d'Osiéiculture et de Vannerie à Fayl-Billot (Hte-Marne) ; M. le Directeur de l'Ecole d'Agriculture de Cernier (Neuchâtel, Suisse), MM. PITHOUX et MILAIRE, Inspecteur et Contrôleur du Service de la Protection des Végétaux à Lyon ; M. R. L. BOUCHET, Directeur de la Station Expérimentale de la Dargoire à Lyon.

larves de *Cryptorrhynchus*, conjointement d'ailleurs avec celles d'autres espèces xylophages (Cerambycides en particulier) peuvent contribuer à faire dépérir un certain nombre de souches, mais cet aspect de la nocuité de l'espèce est largement éclipsé par les dégâts commis par les imagos lesquels sont, dans le cas présent, de beaucoup les plus graves et économiquement les plus importants.



FIG. 1. — Imago de *Cryptorrhynchus lapathi* L. (Cliché Station expérimentale de la Dargoire.)

Dès leur éclosion en effet, les insectes parfaits, pour se nourrir, entament profondément de leur rostre les brins d'osier, en de multiples points. Ces morsures nutritives, qui rappellent celles de bien d'autres Curculionides, peuvent avoir différentes suites, selon en particulier l'âge du brin :

- Sur les brins d'osier jeunes, en cours de croissance, comme c'est le cas au début de l'émergence des imagos, ces piqûres, localisées surtout vers la partie supérieure, encore herbacée de la pousse, provoquent le flétrissement du bourgeon terminal ; ce type de dégât n'est pas sans analogie avec ceux des Rhynchites coupe-bourgeons, et l'amputation qui en résulte a pour conséquence ultérieure le développement de bourgeons axillaires, si bien que le brin, au lieu de croître « d'un seul jet », devient ramifié, et de ce fait, impropre à la vannerie.

Sur les brins déjà plus lignifiés, il ne se produit pas de flétrissement du bourgeon terminal, mais la morsure ayant localement détruit

le liber, le cambium et pouvant même atteindre le bois, on assiste à une réaction de la plante : de petits méplats attestent la présence de nécroses sous-jacentes, et les lèvres de chacune des blessures tendent à être refermées par la formation de bourrelets cicatriciels ; ces cicatrices qui sont autant de régions où la croissance du brin a été anormale constituent après la récolte, des points de moindre résistance ; le brin d'osier perd



FIG. 2. — Dégâts de l'imago de *Cryptorrhynchus lapathi* sur Osier *Salix americana* (Hort). — à gauche : conséquences de morsures nutritives dans la partie médiane du brin. Forte réaction du végétal ; lésions graves. — à droite : piqûres plus bénignes vers la partie distale du brin (Cliché Station expérimentale de la Dargoire).

sa flexibilité et casse inmanquablement au niveau de ces blessures, à toute tentative de pliage.

Les brins d'osier peuvent ainsi être attaqués sur toute leur longueur, à partir d'un niveau au-dessus du sol d'environ 50 cm qui correspond approximativement à la hauteur de la végétation lors des premières sorties des adultes. Ceux-ci ont en effet tendance à visiter de préférence les régions subterminales du brin ; on peut voir là soit les conséquences d'un géotropisme négatif, soit celles d'un phototropisme positif, soit encore la manifestation d'un *preferendum* trophique ; il s'ensuit en tout cas que

les attaques s'échelonnent sur toute la hauteur de l'osier à mesure qu'il effectue sa croissance. Les premières morsures, faites alors que le végétal réagit plus vigoureusement sont en général les plus graves et donnent lieu à l'apparition de lésions à caractère chancreux ; elles affectent surtout la région médiane du brin d'osier ; les dernières morsures sont en général plus bénignes, la réaction du végétal étant plus atténuée (fig. 2).

Sur certaines variétés d'Osier, par exemple *Salix americana*, les infestations peuvent être très importantes, et nous avons pu estimer dans certaines parcelles, la densité de pullulation à au moins 5-6 imagos par mètre carré, ce qui est considérable si l'on sait que chaque individu peut procéder à de nombreuses morsures. Dans de telles parcelles d'ailleurs, la totalité des brins est en général touchée. Les lots ainsi « piqués » sont très fortement dévalorisés, trouvent difficilement preneur, et au tiers seulement du prix normal.

On remarquera d'autre part, comme s'accordent à le dire tous les auteurs, que les femelles ne pondent pas sur bois jeune, mais toujours sur bois d'au moins deux ans ; dans ce cas particulier, la ponte, ainsi que le développement larvaire s'effectuent dans les souches. Il en résulte que la récolte des Osiers, pratiquée tous les ans, ce qui revient à supprimer constamment les pousses de l'année, est sans aucune influence sur les pullulations de *Cryptorrhynchus* ; les dégâts se renouvellent donc d'année en année avec une intensité qui a tendance à s'accroître.

### BIOLOGIE ET CYCLE ÉVOLUTIF DE L'INSECTE

*Cryptorrhynchus lapathi* ayant été très peu étudié en France, il était nécessaire de préciser sous nos climats les principales caractéristiques de son cycle évolutif. Les données bibliographiques à ce sujet paraissent en général assez contradictoires, ce qui d'ailleurs peut résulter au moins en partie de ce que les divers auteurs ont fait leurs observations sous des latitudes sensiblement différentes les unes des autres.

C'est ainsi que SCHEIDTER (*in* ESCHERICH) qui a étudié *Cryptorrhynchus lapathi* en Pologne, lui assigne dans ce pays, un cycle évolutif bienal, dont les grandes lignes seraient les suivantes : les imagos éclosent en août, mais ne s'accoupleraient pas l'année même ; ils hiverneraient, soit dans les couches superficielles du sol, sous les feuilles mortes, dans les anfractuosités des troncs, les anciennes galeries délaissées, etc. ; ils ne sortiraient de leur torpeur hivernale qu'au printemps suivant, au mois de mai, pour alors s'accoupler et procéder à la ponte, et leur mort surviendrait enfin au mois d'août ; toutefois les œufs pondus n'éclosaient pas l'année même non plus, mais attendraient à leur tour le printemps suivant pour se développer ; les larves qui en sont issues effectuent leur nympheose

en été de façon à donner des imagos à partir d'août, imagos qui sont à l'origine d'un nouveau cycle. Il y aurait donc, pour une même génération, deux hivernages successifs, l'un à l'état d'œuf, le second à l'état imaginal.

BUSCA ISUSI pour l'Espagne (Pays Basque) indique aussi un cycle évolutif biennal, peu différent de celui que nous venon de résumer. D'autres auteurs mentionnent à ce cycle quelques variantes : par exemple, les œufs pondus par les femelles sorties en été pourraient éclore dès avant l'hiver, et les jeunes larves être en mesure d'hiverner (MATHESON, SMITH). Dans les régions montagneuses, le cycle pourrait être encore plus prolongé, l'imago ne délaissant la logette nymphale qu'au printemps qui suit la nymphose.

Par contre, CECCONI, pour l'Italie septentrionale (Province de Toscaue), indique un cycle évolutif purement et simplement annuel. Nos conclusions, relatives à la région de Lyon, à la suite de quatre années consécutives d'observations, s'accordent sur ce point avec les siennes.

Tout d'abord, et contrairement à ce qu'ont observé d'autres auteurs, il nous est apparu que l'insecte, du moins dans notre périmètre d'observation, n'hivernait pas à l'état imaginal : en effet ni dans le sol, ni dans les anfractuosités des souches, ni dans d'anciennes galeries, nous n'avons trouvé, malgré de soigneuses recherches, d'imagos hivernants. D'autre part, la présence d'adultes de *Cryptorrhynchus* n'a jamais pu être observée dans les oseraies avant fin mai-début juin au plus tôt, bien que, sous le climat considéré, les conditions favorables à un réveil à l'activité éventuel d'imagos hivernants soient réalisées depuis longtemps auparavant. D'ailleurs, les imagos qui font leur apparition en juin sont à coup sûr des jeunes qui viennent de se nymphoser : les taches claires des leurs élytres (voir fig. 1) présentent en effet la coloration rosée caractéristique des jeunes, alors qu'elles sont franchement blanches chez les insectes plus âgés. De plus, en 1952, 1953, et 1954, nous avons procédé à partir de la fin de l'hiver, à des prélèvements échelonnés de souches dans la plantation afin d'en extraire les larves et d'observer leur développement : nous avons alors constaté que l'apparition des premiers imagos dans la nature suit celle de la nymphose des larves à l'intérieur des souches dans le délai normal de 15 à 20 jours environ.

Par contre, nous avons constaté, au cours de l'hiver, la présence à l'intérieur des souches d'Osier, de très jeunes larves d'environ 1 mm de taille ; les relevés les plus précoces, effectués tout au début de l'hiver, permettent même de constater la présence d'œufs. Ces observations ont pu être faites dans les conditions suivantes : les souches examinées portaient fréquemment des proliférations galleuses, verruqueuses, de diamètre variable (1 à 5 cm) C'est dans ces galles que nous avons pu localiser les petites larves de *Cryptorrhynchus lapathi*, sans avoir pu d'ailleurs déterminer avec certitude si ces formations galleuses résultaient ou non

directement de la blessure faite par la piqure de ponte de l'insecte ; il semble qu'il faille y voir une réaction habituelle de l'Osier à un traumatisme quelconque, car certaines de ces galles étaient parfois habitées par des larves d'autres espèces d'insectes et en particulier par des Chenilles de Sésie du Peuplier (*Trochilium apiforme* L.).

Ces jeunes larves, ou encore à la rigueur des œufs constitueraient donc le stade hivernant de l'espèce. Grâce aux prélèvements périodiques en cours de saison auxquels nous avons fait allusion ci-dessus, nous avons pu suivre les principales étapes du cycle évolutif, et le reconstituer. La larve de *Cryptorrhynchus* poursuit son développement dans ces excroissances, et il nous est apparu que ce développement, tout en étant lent, pouvait cependant avoir lieu à des températures assez basses, puisque en fin d'hiver, dès le mois de mars, les larves peuvent atteindre déjà une taille de 2 mm environ. On peut trouver dans une même galle, jusqu'à 3 ou 4 larves, et jusqu'à 20 sur une même souche d'osier. Elles ne forment pas à proprement parler une galerie à direction définie et à parois bien nettes, mais demeurent, tout le temps que dure leur développement dans cette galle, y accomplissant un parcours plus ou moins sinueux ; les excréments sont rejetés au dehors, et l'on peut voir au sol, particulièrement en début de saison, lorsque la végétation n'est pas trop avancée pour les masquer à la vue, les souches infestées, entourées d'abondantes déjections d'un brun rougeâtre.

À partir de mai, les larves dont les plus âgées atteignent leur complet développement, préparent leur nymphose, forent leur logette nymphale ; celle-ci qui, contrairement aux galeries est bien individualisée et à parois nettes se trouve souvent à la base, ou même à l'intérieur du moignon d'un brin coupé l'année précédente.

Les premières nymphoses ont lieu vers mi-mai ou un peu plus tard selon les conditions climatiques de l'année. Cette nymphose, dans les conditions naturelles dure deux à trois semaines, parfois davantage. Mais, par suite de l'échelonnement des pontes, les entrées en nymphose, et par conséquent les sorties des imagos sont elles-mêmes assez échelonnées dans le temps : en 1952, les premiers imagos ont été trouvés le 14 mai, et le 17 juillet on pouvait encore trouver des jeunes tout récemment sortis, reconnaissables à leur coloration rosée ; en 1953 les premiers imagos ont été vus le 19 juin, et il y avait encore des sorties de jeunes le 30 juillet. L'infestation est en général à son maximum vers fin juillet-mi août, après quoi elle va en diminuant nettement.

Dès leur sortie les imagos commencent à se nourrir, provoquant alors des dégâts qui ont été décrits ; les accouplements sont également immédiats, et se poursuivront jusqu'en fin de saison. Il y a sensiblement autant de mâles que de femelles et les deux sexes sont responsables des dégâts. La dissection à dates échelonnées de plusieurs lots successifs d'insectes

prélevés chaque année dans le courant de l'été nous a permis de constater que les femelles sont matures et en mesure de procéder à la ponte dans les trois semaines environ qui suivent leur sortie. Les œufs sont alors pondus dans les souches et les jeunes larves peuvent, dès avant l'hiver, commencer leur éclosion.

Nous avons noté que les imagos paraissent assez sédentaires : en effet, au début de la période sortie, on peut constater que l'infestation n'est pas uniforme, non plus que la répartition des dégâts, mais au contraire répartie par taches d'assez faible surface, correspondant aux endroits où ont eu lieu les premières émergences ; il semble donc que les insectes ne s'égaillent pas dans toutes les directions. Nous n'avons d'ailleurs pas pu constater à aucun moment que ces imagos soient capables de voler, bien qu'ils soient pourvus d'une paire d'ailes bien développées. C'est peut-être à ces particularités que l'on doit le fait que certaines parcelles, plantées de variétés paraissant ne pas convenir au développement et à la reproduction de l'insecte (cf. plus loin) restent pratiquement à l'abri des dégâts des adultes, malgré la proximité des parcelles infestées, et la considérable réserve de ravageurs que constituent celles-ci.

### ESPÈCES ET VARIÉTÉS ATTAQUÉES

ZOCCHI a réuni une abondante documentation concernant les hôtes de *Cryptorrhynchus lapathi* : outre les *Populus*, *Betula* et *Alnus*, la quasi totalité des espèces de *Salix* seraient, par divers auteurs, signalées comme hôtes possibles de l'espèce. Nous emprunterons à ZOCCHI la liste de ces espèces, à savoir : *Salix amygdalina*, *S. americana*, *S. fragilis*, *S. cinerea*, *S. caprea*, *S. alba*, *S. purpurea*, *S. triandra*, *S. viminalis*.

Les diverses variétés cultivées ressortent en général de l'une ou l'autre de ces espèces, ou bien sont des hybrides interspécifiques. Mais, bien qu'aucune étude de détail n'ait encore été faite, faute sans doute surtout d'éléments d'observation assez nombreux sur la question, il apparaît que les diverses variétés ou espèces sont loin d'être attaquées dans une même mesure par *Cryptorrhynchus lapathi*. Nous pensons qu'il est intéressant de réunir ici les quelques éléments que nous avons pu recueillir de diverses sources, et de les joindre à nos propres observations, éléments qui paraissent revêtir d'autant plus d'intérêt que les essais de lutte chimique n'ont pas été concluants.

En Espagne, d'après BUSCA ISUSI c'est surtout *Salix americana* qui est attaqué ; on y note aussi des dégâts, mais bien moindres, sur *S. viminalis* et *S. caprea*. Le même auteur remarque d'ailleurs que *Cryptorrhynchus lapathi* est « pratiquement inconnu (comme ravageur des oseraies) en France » alors qu'en Allemagne et aux Pays-Bas il en serait le principal ennemi. Il attribue cette particularité au fait que dans ces pays les

cultures d'Osier sont à prédominance de *Salix americana* espèce elle-même peu répandue en France sauf dans l'Ain et la Vallée de la Saône « où son introduction, dit-il, est du reste récente ».

En Suisse, d'après les renseignements que nous avons pu obtenir sur les infestations observées dans la région de Schaffhouse et surtout dans le Canton de Neuchâtel (Ecole d'Agriculture de Cernier) c'est aussi *S. americana* qui est le plus attaqué ; *S. viminalis* le serait aussi ; comme variétés pratiquement indemnes, on aurait noté « Grisette de la Marne » et une variété rouge d'*amygdalina*.

En Moravie, *S. amygdalina* serait sensible, mais là encore, c'est sur *S. americana* que sont observés les principaux dégâts (MAGERSTEIN). De même, en Yougoslavie, *S. americana* est très fortement attaqué (ZIVOJINOVIC et TOMIC).

Nos propres observations peuvent se résumer comme suit :

Dans les oseraies de la Verpillière, *Salix americana* paraît bien l'hôte de prédilection de *Cryptorrhynchus lapathi*. La quasi totalité des souches de cette espèce hébergeait des larves, comme en témoignait l'abondance des déjections jonchant le sol autour d'elles, et, lors de la récolte, la totalité des brins était en général touchée, et une très forte proportion l'était très gravement.

Est également attaquée une variété dénommée « Purvim », qui est un hybride de *S. purpurea* × *S. viminalis* (détermination due à l'amabilité de M. J. FONDEUX). 10 à 20 p. 100 des souches de cette variété hébergeaient des larves en 1954, et la proportion des brins piqués varie selon les années de 10 p. 100 (1952) à 30 p. 100 (1954). Cette variété, de fort rendement mais assez grossière, réagit vigoureusement à l'attaque du fait de sa grande vitalité, et les bourrelets cicatriciels qui se forment à la suite des morsures de l'insecte sont très importants, allant jusqu'à constituer de véritables petites galles ; la flexibilité de l'osier en est d'autant plus altérée.

Une autre variété attaquée à La Verpillière, est le « Black Maul » qui ressort de l'espèce *Salix triandra* ; les attaques sont toutefois moins graves.

Par contre, durant les quatre années que nous avons observé cette plantation (les premières infestations datant d'ailleurs depuis beaucoup plus longtemps) nous n'avons pas constaté d'extension de l'invasion à d'autres variétés, malgré la proximité des parcelles de *Salix americana* infestées : certaines, telles que *daphnoides*, « Grisette » et les diverses variétés de *Salix alba* paraissent demeurer immunes.

Il est difficile, et serait d'ailleurs prématuré de tirer des conclusions définitives de cet ensemble d'observations. Il apparaît néanmoins avec assez de netteté que l'existence dans les Oseraies de dégâts importants dus à *Cryptorrhynchus lapathi* soit liée à la présence de *Salix americana*.

La plupart des observations concordent sur ce point mais ne permettent pas, en l'état actuel, d'émettre, fût-ce une hypothèse sur les causes de la sensibilité particulière de cette espèce. Or, les dégâts y sont d'autant plus importants que *Salix americana* est apprécié pour son rendement par les producteurs et pour sa finesse par les utilisateurs.

Apparaîtraient également comme assez sensibles, *Salix viminalis* et ses variétés ou hybrides tels que le « Purvim » mentionnés ci-dessus. À noter aussi peut-être parmi les espèces sensibles les *triandra* (comme le « Black Maul ») ; remarquons à ce sujet que l'espèce *Salix americana* (Hort.) est tenue par certains auteurs pour un hybride de *S. triandra* par *S. fragilis*. *Salix viminalis* et *S. triandra* sont de plus signalés, conjointement avec *S. purpurea* comme hôtes possibles de l'insecte par NUSSLIN-RHUMBLER (*in* ZOCCHI).

Il semblerait à l'inverse, que certaines variétés restent indemnes : ce pourrait être le cas de la « Grisette » au sujet de laquelle les observations de La Verpillière concordent avec celles de Cernier. En ce qui concerne d'autre part *S. alba*, nous avons fait une observation qui semblerait indiquer que *Cryptorrhynchus lapathi* ne puisse s'y reproduire : en effet, dans le but de faciliter certaines de nos constatations sur le cycle évolutif de l'insecte, nous avons transporté de nombreux individus de *C. lapathi* prélevés à la Verpillière sur deux pieds isolés de *S. alba* non loin du laboratoire, à raison de 80 à 100 individus par pied et ce à deux reprises, en été 1951, puis en été 1953. L'époque de ces infestations (juillet-août) correspondait à celle où a lieu la ponte des femelles dans la nature, ainsi d'ailleurs que nous nous en sommes assuré par la dissection d'un lot témoin d'insectes ; cependant les observations effectuées ultérieurement n'ont jamais permis de retrouver les années suivantes de jeunes qui auraient pu être issus des insectes rapportés, ni même de constater, par exemple par l'existence de déjections, la présence de larves dans le tronc ou les branches.

## ESSAIS DE LUTTE CHIMIQUE

Tous les auteurs sont d'accord pour reconnaître que la lutte chimique contre *Cryptorrhynchus lapathi* est difficile. Plusieurs essais tentés en divers pays n'ont eu que des résultats insuffisants, en particulier ceux tentés en Suisse, soit par épandages au sol de poudres insecticides avant le départ de la végétation, soit par pulvérisations ou poudrages pendant l'été, notamment à l'hexachlorocyclohexane.

L'échec de la technique des épandages d'insecticides au sol peut être expliqué par le fait que l'insecte n'hiverné pas, du moins sous nos climats, à l'état adulte dans le sol ou sous divers abris.

Mais *Cryptorrhynchus lapathi* paraît d'autre part assez résistant aux

insecticides usuels : nous avons, au laboratoire, tenté quelques tests, sur un nombre assez important d'imagos reportés en cages, sur des branches de *Salix* soumises à diverses pulvérisations. Ces tests nous ont permis de conclure à l'inefficacité pratique du Zeidane (D. D. T.) ; le H. C. H. technique et la dieldrine paraissaient par contre assez efficaces bien que les doses de matière active à mettre en œuvre doivent être assez élevées, de l'ordre du double ou du triple des doses habituelles (voir tableau). D'autre part les conclusions relatives à l'efficacité de ces produits ne peuvent, après ces tests, être émises qu'avec réserves, étant donnée l'intensité de leur action gazeuse en vase clos.

*Tests insecticides de laboratoire sur Cryptorrhynchus lapathi L.*

Mortalité d'imagos maintenus en cages sur branches d'Osier préalablement soumises à diverses pulvérisations (20 insectes par lot. Température 18-20°C.).

Produits utilisés	Teneur en M.A. de la bouillie g/hl	Nombre d'insectes morts ou gravement intoxiqués, au bout d'un délai de (*)						
		24 h.	48 h.	3 jours	4 jours	5 jours	6 jours	7 jours
H. C. H. technique, poudre mouillable à 12 % de M.A. ....	240	15-0	15-0	14-6	12-8	5-15	4-16	3-17
Dieldrine, concentré émulsifiable à 20 % de M.A. ....	200	4-0	5-4	8-12	6-14	3-17	3-17	0-20
Zeidane, poudre mouillable à 50 % de M.A. ....	200	0-0	4-0	4-0	3-1	3-1	3-1	2-2
Témoin .....	—	Survie totale pendant toute la durée de l'expérience.						

(\*) Le premier chiffre représente le nombre d'insectes présentant des signes d'intoxication graves, tombés à terre, mais non encore morts. Le second chiffre est le nombre d'insectes morts.

Nous avons cependant tenté en 1953, un essai de lutte chimique dans les conditions de la pratique, en nous inspirant des principes suivants, suggérés eux-mêmes par le résultat des observations biologiques :

— Emploi d'insecticides persistants et à dose élevée.

— Nécessité de plusieurs applications successives convenablement échelonnées.

Les essais furent réalisés par poudrage, au moyen d'une poudreuse à grand travail montée sur châssis enjambeur. Des parcelles d'essais plantées de *Salix americana* d'environ 250 ares chacune furent délimitées, les poudres étant répandues sur chacune d'elles à raison d'un passage de la poudreuse tous les 5 mètres. Nous avons utilisé d'une part une poudre à base de H. C. H. (6 p. 100 de M.A.) et d'autre part, une poudre à base de dieldrine (0,5 p. 100 de M.A.).

Les premiers insectes adultes étant apparus le 10 juin, le premier trai-

tement eut lieu à cette même date. Un second traitement fut effectué sur les mêmes parcelles le 16 juillet, avec un certain retard par rapport aux prévisions, en raison des intempéries ; enfin, une troisième application fut effectuée le 7 août, l'infestation paraissant alors à son maximum ; un quatrième traitement avait été prévu, mais sa réalisation fut empêchée par le mauvais temps.

Pour chacune des applications, les quantités totales de poudre distribuées à l'hectare, sont ressorties à environ 70-80 kg. Ces quantités peuvent paraître importantes, mais *à priori*, avaient été jugées nécessaires étant donnée l'épaisseur de la végétation.

L'examen des résultats fut effectué à l'automne, lors de la coupe de l'osier sur un grand nombre de brins (2.000 par parcelle de traitement) prélevés au hasard. Ces brins furent examinés un par un et leur degré de détérioration par l'insecte fut noté.

Il est ressorti de ce contrôle que, contre 100 p. 100 de brins attaqués dans les parcelles-témoins n'ayant reçu aucun traitement, on en notait 90. p. 100 dans les parcelles traitées au H. C. H. et 70 p. 100 dans celles traitées au dieldrine. Un système de notation de la gravité des attaques nous a permis par ailleurs de nous rendre compte que celles-ci étaient dans l'ensemble moins graves dans les parcelles traitées que dans les témoins. Nous ne donnons pas le détail de ces notations car il faut bien considérer qu'en fin de compte, et malgré que les traitements surtout ceux au dieldrine aient fait preuve d'une certaine efficacité, le résultat pratique est nettement insuffisant, et que la proportion de brins piqués reste encore trop élevée pour que le lot entier ne soit pas déprécié.

Nous pensons que cet échec n'est pas, dans le cas présent, à imputer à une résistance de l'insecte aux insecticides employés, ou encore à une erreur dans le choix des dates d'application des traitements (bien que, en raison des intempéries, ces dates n'aient pu être fixées dans les meilleures conditions). Il nous est apparu que la cause principale de l'insuccès du traitement résidait surtout dans les caractéristiques de la végétation des plantations où nous avons opéré : cette végétation est extrêmement dense et touffue, et les osiers dépassent, à pleine croissance, 2 mètres de hauteur (fig. 3). La surface foliaire est donc considérable, et les poudres épandues, pour puissante que soit la soufflerie de l'appareil que nous avons utilisé, sont rapidement interceptées, et ne pénètrent pas dans la masse de la végétation ; il n'est donc pas possible d'atteindre comme il serait souhaitable, toutes les parties des végétaux. Les principes qui nous ont guidés dans l'élaboration de ces essais nous paraissent rester valables et le problème à résoudre serait surtout un problème de technique d'épandage de l'insecticide. Il nous paraît possible que dans des oseraies conduites de façon différente de celles-ci, et où la végétation serait plus facilement accessible, des résultats meilleurs puissent être enregistrés. Il serait également

possible d'envisager l'application de traitements par pulvérisation : mais se pose alors le problème du charroi d'importantes quantités de liquide, problème qui pourrait être en partie résolu par l'emploi d'appareils

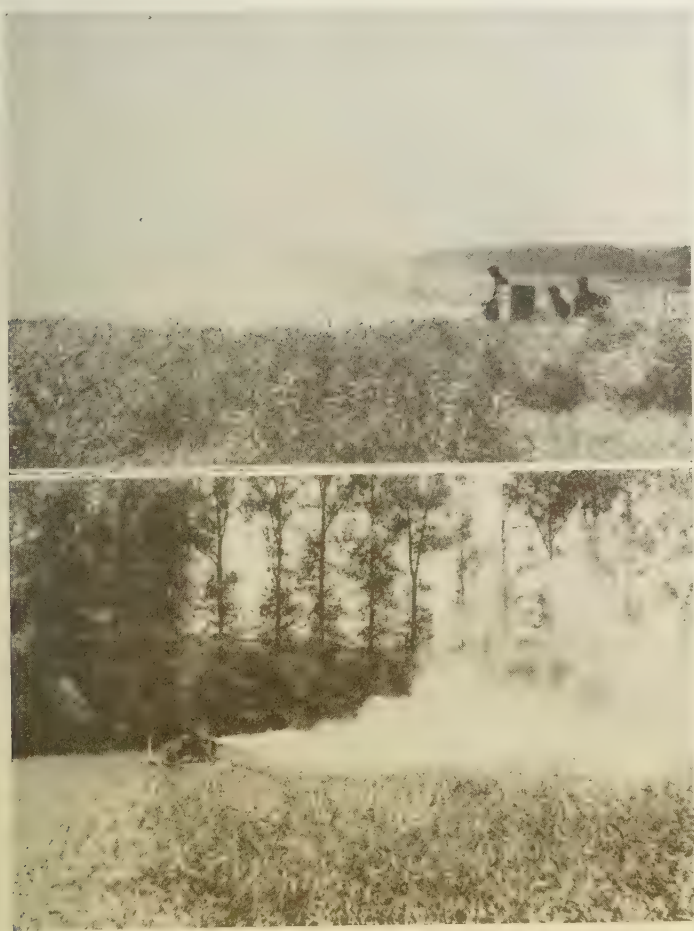


FIG. 3. - Essais de traitement par poudrage dans les oseraies de La Verpillière (Isère). Remarquer l'intensité de la végétation qui, bien que non encore complètement développée, masque presque entièrement à la vue le tracteur. (Clichés H. MILAIRE).

à pulvérisation pneumatique. Enfin, même dans le cas des poudrages, et cela n'a malheureusement pas pu être vérifié, il n'est pas impossible, l'insecte se multipliant à un rythme qui reste relativement lent, que des traitements effectués plusieurs années de suite arrivent peu à peu à faire régresser les pullulations à un taux suffisamment faible pour qu'il reste

tolérable ; il suffirait alors une fois ce résultat obtenu d'une série de traitements d'entretien de temps en temps pour maintenir l'infestation à un niveau suffisamment bas.

## RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

*Cryptorrhynchus lapathi* L. s'est montré, au cours des dernières années comme un ravageur important de certaines Oseraies des environs de Lyon. Le caractère essentiel de ses dégâts sur Osier réside dans le fait qu'ils sont l'œuvre, non pas de la larve xylophage, mais de l'imago dont les morsures nutritives entament les brins d'osier. Ceux-ci, réagissant fortement perdent leurs qualités de flexibilité et deviennent impropres à l'emploi en vannerie.

Le cycle évolutif de l'espèce a été précisé : il est annuel dans la région de Lyon : les jeunes larves hivernent, se développent à partir du printemps pour donner, après nymphose, naissance à des imagos qui commencent à sortir à partir de mi-mai-mi-juin. Ces imagos s'accouplent immédiatement et les femelles sont en mesure de procéder à la ponte au bout des trois semaines qui suivent leur émergence. La majeure partie du développement larvaire a lieu dans des excroissances galleuses des souches d'osier.

Les infestations de *Cryptorrhynchus lapathi* sur Osier diffèrent en intensité selon les variétés ou espèces de *Salix* en cause. L'espèce la plus vulnérable paraît bien être *Salix americana* (Hort).

Les essais de traitement chimique qui ont été entrepris, malgré une certaine efficacité (notamment par l'emploi du dieldrine) n'ont cependant eu qu'un résultat pratique négligeable. La cause de cet échec paraît résider surtout dans les caractères de la végétation des oseraies, laquelle est extrêmement touffue.

*Reçu pour publication le 14 novembre 1956.*

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) BRUSA (L.) et CORSI (M.). — Lotta contro il *Cryptorrhynchus lapathi* L. parassita del pioppo, mediante irrorazioni di un insetticida a base di E. C. E. *Ann. Sper. Agr.* X, n° 1, 109-117, 1956.
- (2) BUSCA ISUSI (J. M.). — Una plaga de las Mimbrenas de Guipuzcoa : *Cryptorrhynchus lapathi* L., *Munibe. Rev. del Gr. de Ciencias Nat. « Aranzadi » de la r. Soc. Vascongada de Amigos del Pais.* S. Sebastian 1950.
- (3) CECCONI (G.). — Manuale di Entomologia forestale Tipogr. del Seminario Padova, 1924.
- (4) ESCHERICH (K.). — Forstinsekten Mitteleuropas. P. Parey, Berlin, 1923.
- (5) MCCALLAN (E. C.). — *Cryptorrhynchus lapathi* in relation to the Wintermark disease of the Cricket bat Willow : *Ann. Appl. Biol.*, XXVI, n° 1, 135-137, 1939.

- (6) MAGERSTEIN (C. K.). — Invasi Krystonosce (*Cryptorrhynchus lapathi* L.) na Morave. *Ochr. Rostl.*, XI, n° 3-4, 122-129, 1931.
  - (7) MATHESON (R.). — Experiments in the control of the Poplar and Willow Borer *Cryptorrhynchus lapathi* L. *J. Econ. Ent.*, VIII, n° 6, 522-525, 1915.
  - (8) REGNIER (R.). — Du rôle des insectes dans la désorganisation d'un arbre. La faune entomologique des Peupliers. *Actes Mus. Rouen*, Sér. 2, II, 1-141, 1925.
  - (9) SMITH (K. M.). — A textbook of agricultural Entomology. Cambridge Univ. Press, Cambridge 1931.
  - (10) TER PELKWIJK (A. J.). — Onderzoek nar de biologie van den Elzensnuitkever *Cryptorrhynchus lapathi* L. *Tijdschr. Plzickt.*, III, 22-25, 1946.
  - (11) ZIVOJINOVIC (S.) et TOMIC (D.). — (Harmful insects on softwooded deciduous trees). Contributions to the entomological Faune of Yougoslavia. *Zastita Bilja Plant protection*, n° 34, 1-22, Beograd 1956.
  - (12) ZOCCHI (R.). — Contributi alla conoscenza degli insetti delle foreste. I. *Cryptorrhynchus lapathi* L., *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, XVIII, 245-258, 1950-51.
-



**SUR UNE POURRITURE DES DATTES  
DE CONSERVATION PROVOQUÉE  
PAR *Mauginiella Scaettæ* Cav.**

PAR

**C. ANSELME ET N. BALZAKIS.**

Station centrale de Pathologie Végétale.

**PLAN DU MÉMOIRE**

**Description du parasite in vivo.**

**Étude mycologique.**

Observations en cultures pures.

Place systématique.

**Essais de désinfection des spadices :**

par l'eau chaude (de 60° à 100°)

par l'autoclave (110° à 120°)

par l'alcool.

**Conclusion.**

Au cours de l'hiver 1954-1955 des boîtes de Dattes conditionnées pour la commercialisation en France étaient adressées à la Station Centrale de Pathologie Végétale de Versailles aux fins d'analyse.

La plupart des fruits présentaient des fructifications d'une moisissure sous la forme de coussinets de taille variable, de couleur chocolat clair, atteignant parfois les dimensions d'une tête d'épingle.

Un examen microscopique de ces colonies nous a permis d'identifier le *Mauginiella Scaettæ* Cav.

Les fruits situés à la périphérie étaient moins atteints que ceux situés au centre de la boîte dans le sens de la longueur. Le développement longitudinal du parasite correspondant à la disposition du spadice du palmier-dattier placé à l'intérieur des boîtes dans le but de présenter la marchandise.

Les inflorescences qui subsistaient sur le brin de spadice étaient plus ou moins couvertes des mêmes fructifications. Ces inflorescences étaient certainement à l'origine de l'infestation des fruits.

La maladie des Palmiers-dattiers causés par *Mauginiella scaettæ* Cav. a été décrite de façon particulièrement approfondie par CHABROLIN sous le nom de pourriture de l'inflorescence du Dattier ou maladie du Khamedj. Nous ne reviendrons pas sur le mode d'infection, le développement du champignon sur les inflorescences et les traitements préconisés sur les Palmiers-dattiers (CHABROLIN, 1926 et 1928).

Notre étude s'est limitée à l'observation du champignon sur les dattes conditionnées et à rechercher une méthode de lutte susceptible d'éliminer le parasite des inflorescences des spadices.

### Étude mycologique.

La souche de *Mauginiella Scaettæ* Cav. que nous avons isolée à partir de dattes conditionnées se développe particulièrement bien en culture pure sur gélose pomme de terre glucosée à 2 p. 100 ou sur gélose carotte. Le mycélium légèrement coloré reste très condensés, les cultures se présentent sous la forme de colonies mamelonnées qui évoluent lentement. Elles peuvent atteindre 5 mm de hauteur et ont une coloration brune chocolat. Sur ces milieux de culture il ne nous a pas été possible d'observer dans les stades jeunes la forme mycélienne décrite par CHABROLIN.

Sur des cultures âgées de plus de 6 mois nous avons pu observer le développement de mycélium à aspect crayeux et d'une coloration très nettement brune claire. Ce mycélium était d'ailleurs localisé dans la partie antérieure du tube où la gélose sèche plus rapidement.

Dans nos cultures les filaments mycéliens brun clair restaient toujours groupés en masse et ne donnaient jamais de zones floconneuses. Le mycélium observé mesure en moyenne  $2,7 \mu$  de diamètre, il est faiblement cloisonné et se désarticule en éléments de taille et de forme variable, mais il ne semble pas que l'on puisse attribuer à ces éléments, le rôle de spores. Trois ou quatre jours après le début du développement des cultures, il se forme dans les parties les plus âgées de la colonie, des chaînes de cellules arrondies dont chacune mesure de  $2,2 \mu$  à  $4,5 \mu$  de diamètre. Celles-ci prennent naissance sur le parcours de filaments mycéliens ou à l'extrémité de certains d'entre eux. Il semble que ces cellules arrondies se forment par fragmentations successives du mycélium. Ces chaînes très fragiles se dissociant, des spores s'individualisent ou restent groupées en courts tronçons de plusieurs éléments arrondis. Lorsqu'on les ensemente sur un milieu gélosé, ceux-ci germent facilement. Le mycélium se développe en rayonnant en donnant une colonie très ramassée et, 4 ou 5 jours après on observe la formation de chaînes de spores surtout au centre de la colonie, et une dizaine de jours après, sur la périphérie. Ces formations semblent se dresser perpendiculairement à partir du mycélium.

### Place systématique.

CHABROLIN dans la forme qu'il décrit mentionne la présence de conidies pluricellulaires issues d'une segmentation du mycélium. Cette segmentation permettant d'aboutir à la formation d'éléments unicellulaires arrondis en proportion plus ou moins grande.

Dans nos cultures les articles pluricellulaires ont été observés sans qu'il soit possible de leur attribuer un rôle de spore. Nous avons surtout remarqué dans nos préparations la présence d'éléments arrondis unicellulaires en quantité très abondante. C'est à partir de ces éléments que se formaient les colonies de champignons. La présence de ces organes unicellulaires en grande quantité pourrait expliquer la conservation du parasite sous nos climats, alors qu'il se présenterait peut-être plus fréquemment sous forme d'articles pluricellulaires et de mycélium en Afrique du Nord. On pourrait penser que ces éléments unicellulaires jouent le rôle de chlamydo-spores du fait qu'ils furent observés dans des boîtes de dattes à la suite de manipulations diverses et dans des conditions qui devaient favoriser la conservation du champignon sous une forme de résistance.

*Mauginiella* serait plus proche du genre *Cylindrium* que du genre *Geotrichum* étant donné sa légère coloration ; en accord avec CHABROLIN, le fait qu'il soit parasite justifie la création du genre nouveau *Mauginiella*. Il est cependant important d'ajouter qu'il forme en abondance dans toutes les cultures que nous avons observées, des spores unicellulaires arrondies, en chaîne, que l'on serait tenté d'assimiler à des chlamydo-spores. Surtout s'il existe par ailleurs les spores pluricellulaires décrites par CHABROLIN. Ces chlamydo-spores sont très vivaces, car 25 mois après l'isolement du parasite, leur vitalité n'est en rien diminuée. A partir d'un tube, il a été possible par des repiquages mensuels, toujours effectués à partir du tube de culture original, d'obtenir le *Mauginiella* qui fructifiait toujours de façon abondante. Vingt-cinq mois après, bien que la souche originelle soit très desséchée, la poudre de champignon prélevée avait encore une excellente capacité germinative si on la plaçait sur de la gélose fraîche.

Il est à noter que la vitalité du champignon isolé par CHABROLIN en 1928 ne dépassait pas un an.

### Essais de désinfection des spadices.

Afin d'éviter le développement de la maladie sur les dattes emballées, il est nécessaire d'éliminer la source de contamination. Afin de mettre au point une méthode de lutte simple et peu coûteuse, nous avons fait des essais de désinfection de spadice.

Le premier concerne la stérilisation par la chaleur. On a d'abord étudié l'action directe sur le champignon. Une culture de *Mauginiella* repiquée sur gélose pomme de terre glucosée à 2 p. 100, a été placée en suspension de spores et de mycélium dans l'eau stérile. Deux lots de 500 cc sont utilisés par température, réalisée pendant 14 d'heure au bain-marie. Chacun des deux lots utilisés pour une température donnée est coulé dans une boîte de Pétri stérile, celles-ci sont ensuite remplies de gélose carotte à

40°. Les premiers comptages effectués quatre jours après l'ensemencement consistent à dénombrer le nombre de colonies formées sur 1 cm<sup>2</sup>.

La germination des spores dispersées dans la suspension semble arrêtée à une température voisine de 54°. Mais nous avons observé que dans d'autres dilutions témoins effectuées le champignon arrivait toujours à reprendre sa germination à partir des amas de spores et de mycélium. Nous avons donc été conduits à poursuivre ces essais de désinfection non plus sur des suspensions de spores et de mycélium, mais sur le champignon « in vivo ».

Du 21 Mars au 23 Mars 1955 nombre de colonies sur 1 cm <sup>2</sup> dans chacune des boîtes.			Le 25 Mars 1955 nombre de colonies sur 1 cm <sup>2</sup> sur un autre emplacement dans les boîtes de Pétri.		
Traitement 1/4 d'heure à	Boîte 1	Boîte 2	Traitement 1/4 d'heure à	Boîte 1	Boîte 2
40° .....	326	286	40° .....	1 114	338
42° .....	180	135	42° .....	498	1 000
44° .....	66	112	44° .....	250	1 044
46° .....	2	2	46° .....	68	64
48° .....	1	3	48° .....	84	36
50° .....	1	0	50° .....	0	8
52° .....	0	0	52° .....	0	0
54° .....	0	0	54° .....	0	0
Témoin .....	302	228	Témoin .....	1 268	1 152

A cet effet des fragments de spadices de 5 à 6 cm présentant au moins une inflorescence sont placés dans des tubes étranglés, dont le fond est rempli d'eau. L'ensemble est stérilisé et les brins de spadice sont infectés par une culture pure de *Mauginiella scaetiae*. Le champignon se développe remarquablement bien en formant de grosses colonies de mycélium très dense. Lorsque le champignon est suffisamment bien développé, les morceaux de spadice sont agités dans des tubes d'eau stérile. Ces derniers sont placés 1/4 d'heure à différentes températures échelonnées de 60 à 100°. Les spores et les amas sporifères libérés des spadices par agitation dans l'eau sont placés en boîte de Pétri stériles dans lesquelles on coule de la gélose carotte.

Les brins de spadice sont placés dans des tubes de gélose carotte afin d'observer la croissance éventuelle des colonies.

L'observation porte donc sur le développement du champignon à partir de trois ensemencements différents.

1° Les spores isolées libérées dans l'eau stérile par agitation des brins de spadice (2 boîtes de Pétri par température).

2° Les amas de spores libérés dans l'eau stérile par agitation des brins de spadice (5 amas sporifères par température).

3° Les spadices eux-mêmes (2 brins de spadice par température).

On observe à la fin de l'expérience que :

1° Les spores isolées sont tuées.

2° Les amas sporifères permettent encore le développement du champignon.

3° En ce qui concerne les brins de spadice, ceux-ci ayant été agités dans l'eau afin que les amas sporifères se détachent, ne doivent plus conserver à leur surface que des spores isolées ou de petits amas de mycélium facilement tués aux différentes températures. Il n'en reste pas moins vrai que si des amas sporifères subsistent sur les spadices ou dans les inflorescences, une infestation des dattes sera toujours possible.

*Cultures placées le 15 avril 1955.  
Nombre de cultures évoluant à partir des repiquages.*

		Nombre de cultures évoluant à partir des repiquages		
		Spores et mycélium isolés. Nombre de colonies sur 1 cm <sup>2</sup>	Cinq amas sporifères par température	Brins de spadices
		Boîte 1	Boîte 2	
60° le 18/4/55 .....	o	o	Dans tous les cas, les 5 amas sporifères prolifèrent à leur périphérie.	Aucun développement du champignon à partir des brins de spadices.
» 20/4/55 .....	o	o		
70° le 12/4/55 .....	o	o		
» 20/4/55 .....	o	o		
80° le 18/4/55 .....	o	o		
» 20/4/55 .....	o	o		
90° le 18/4/55 .....	o	o		
» 20/4/55 .....	o	o		
93/94° le 18/4/55 .....	o	o		
» 20/4/55 .....	o	o		
96/97° le 18/4/55 .....	o	o		
» 20/4/55 .....	o	o		
100° le 18/4/55 .....	o	o		
» 20/4/55 .....	o	o		
Témoin le 18/4/55 .....	896	800		Formation de colonies autour des brins de spadices.
» 20/4/55 .....	1 236	2 040		

Un dernier essai de traitement par la chaleur a été effectuée en soumettant les amas sporifères des colonies de *Manginiella* à l'autoclave à 110-115° et à 120° pendant vingt minutes respectivement. Ces morceaux de culture étaient placés à sec dans des tubes stériles et ces derniers passés à l'autoclave. Les morceaux de culture étaient ensuite placés dans des boîtes de Pétri stériles puis emplies de gélose selon la technique déjà décrite. Le développement des colonies a été observé et 4 mensurations en ont été effectuées à partir de 4 points diamétralement opposés de la périphérie de chaque colonie.

Trois boîtes de Pétri ont été observées pour chaque température et 5 colonies par boîte furent mesurées 3 fois en 10 jours.

Il devenait difficile pour des questions de pratique de désinfection

de poursuivre ces essais de traitement à des températures supérieures à 120° à l'autoclave.

Nous avons donc été conduits à effectuer une deuxième série d'essais pour tenter d'éliminer le champignon, par trempage dans une solution désinfectante ne présentant aucune toxicité susceptible de se communi-

*Croissance journalière moyenne en  $\mu$  des 5 colonies du 6 au 16 mai 1955.*

110, 115° 20 min.	1	2	3	4	5	
Boîte I .....	54 $\mu$	57 $\mu$	77 $\mu$	47 $\mu$	17 $\mu$	Les mensurations furent effectuées en plaçant directement les boîtes de Pétri sous l'objectif GROSS. 5 du microscope.
Boîte II .....	35 $\mu$	65 $\mu$	17 $\mu$	21 $\mu$	37 $\mu$	
Boîte III .....	62 $\mu$	28 $\mu$	30 $\mu$	34 $\mu$	43 $\mu$	
120° 20 min.	1	2	3	4	5	
Boîte I .....	9 $\mu$	26 $\mu$	26 $\mu$	25 $\mu$	14 $\mu$	Pour chacune des 4 mensurations effectuées, la totalité des filaments mycéliens à partir du bord de la colonie repiquée, était chaque fois mesurée. La progression à chaque mensuration était obtenue par différence.
Boîte II .....	12 $\mu$	52 $\mu$	28 $\mu$	37 $\mu$	16 $\mu$	
Boîte III .....	70 $\mu$	29 $\mu$	17 $\mu$	25 $\mu$	8 $\mu$	

quer aux dattes. A cet effet, des morceaux de colonies de *Mauginiella scaettiae* furent placés dans de l'alcool à 95° pendant un quart d'heure et une demie-heure. Ces morceaux de culture repiqués sur gélose pomme de terre et carotte le 23 mai 1955 ne donnèrent aucun développement de colonie après 20 jours d'observation. Les témoins se développent normalement 4 jours après leur mise en culture.

On pouvait en conclure que le trempage dans l'alcool à 95°, des spades de Palmier dattier destinés à être placés des les boîtes de dattes en vue de la commercialisation, éliminait toute présence de *Mauginiella scaettiae* sans aucun risque d'accident pour les fruits et pour l'utilisateur.

*Reçu pour publication le 20 novembre 1956.*

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CAVARA. — *Mauginiella scaettiae* Cav. Nuovo Ifomicete parassita della Palma da datteri di Cirenaica. *Bull. orto Bot. Napoli*, VIII, 207-211, 1925.
- CHABROLIN. — Une maladie du Palmier dattier en Tunisie. *Rev. Path. veg. et entomolo. agric.*, XIII, p. 310. 1926.
- CHABROLIN. — La pourriture de l'inflorescence du Palmier dattier. *Annales des Epiphyties*, p. 377, 1928.
- TRABUT. — Sur une maladie du Dattier (Khamedj, ou pourriture du régime). *C. R. Acad. Sciences*, CLIV, p. 304-305, 1912.

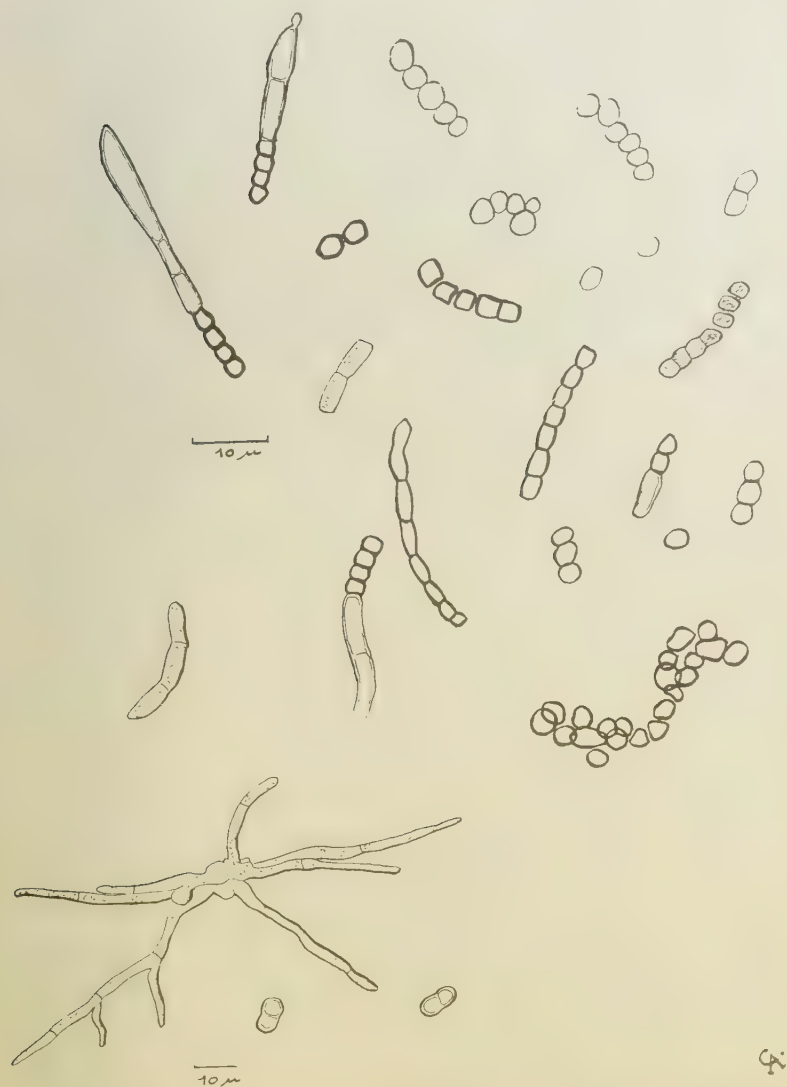


FIG. 1. — En haut : Différentes formes d'articles pluricellulaires observés dans une culture de *Mauginiella Scaeltiae* CAV. — En bas : Jeune colonie de *Mauginiella Scaeltiae* issue de la germination d'une spore unicellulaire, accompagnée d'articles bicellulaires.

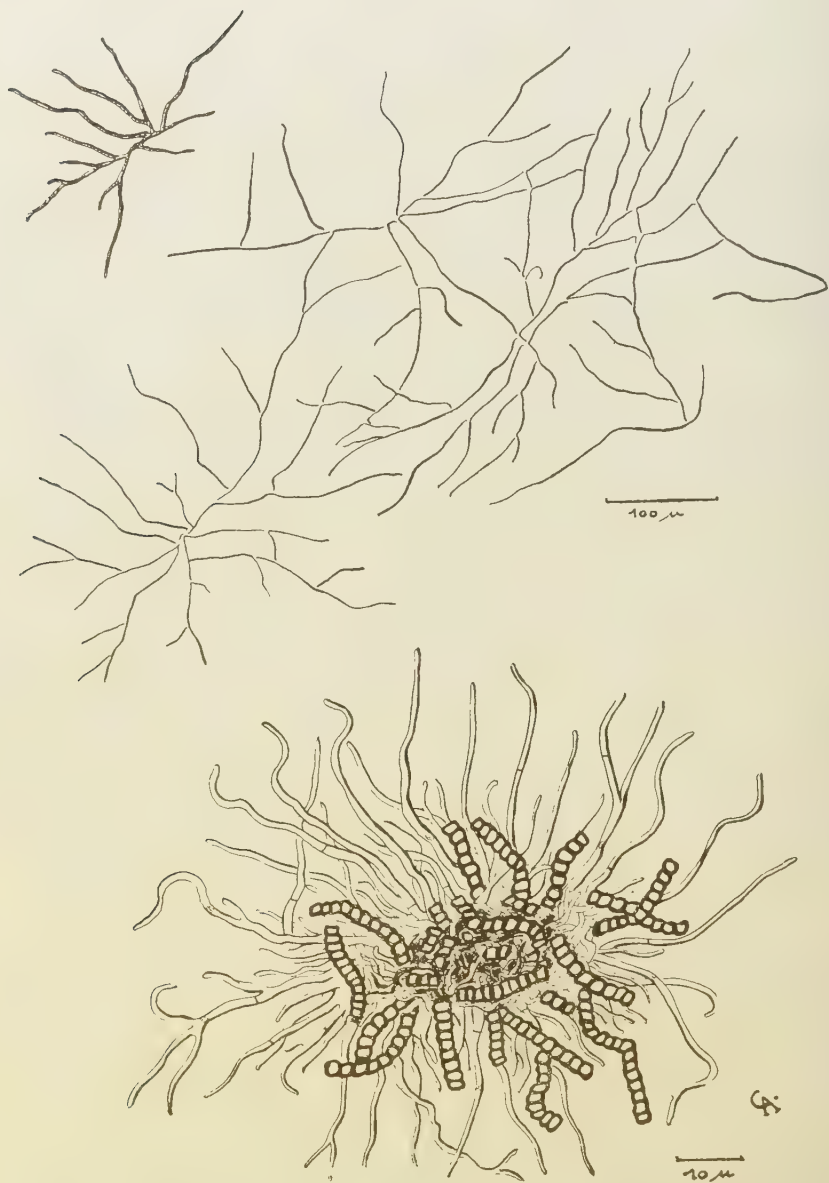


FIG. 2. — En haut : Colonie de *Mauginiella scaeltiae* CAV. observée au faible grossissement 3 du microscope. — En bas : Formation de chaînes de spores unicellulaires au centre d'une colonie âgée de 5 jours.



FIG. 3. — *En haut* : Détail du développement d'une colonie de *Mauginiella Scaellae* CAV. en culture monospore. — *En bas* : Détail des formations de chaînes de spores unicellulaires.

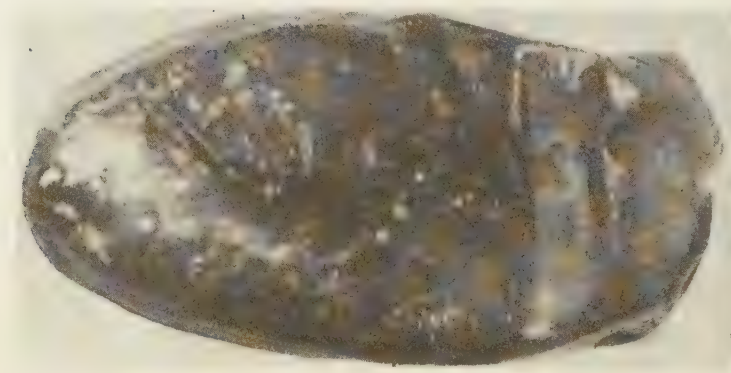


Photo M<sup>me</sup> Grouet.

FIG. 4. — Datte de conservation attaquée par *Mauginiella Scaetiae* CAV.



Photo C. Anselme et J. Marty.

FIG. 5. — Germination d'une culture monospore de *Mauginiella Scaetiae* CAV. (Gross. 3.)

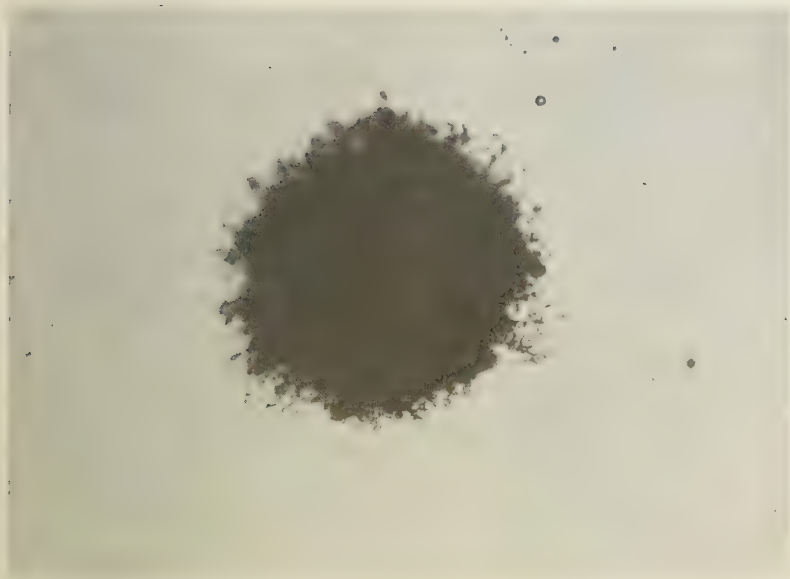


Photo C. Anselme et J. Marty.

FIG. 6. — Colonie mycelienne dense de *Mauginiella Scaellae* CAV. (Gross. 3.).  
On distingue à la périphérie des chaînes de spores unicellulaires.



Photo. Anselme et J. Marty.

FIG. 7. — *Mauginiella Scaellae* CAV. Détail de fragments de chaînes de spores. (Gross. 7.)

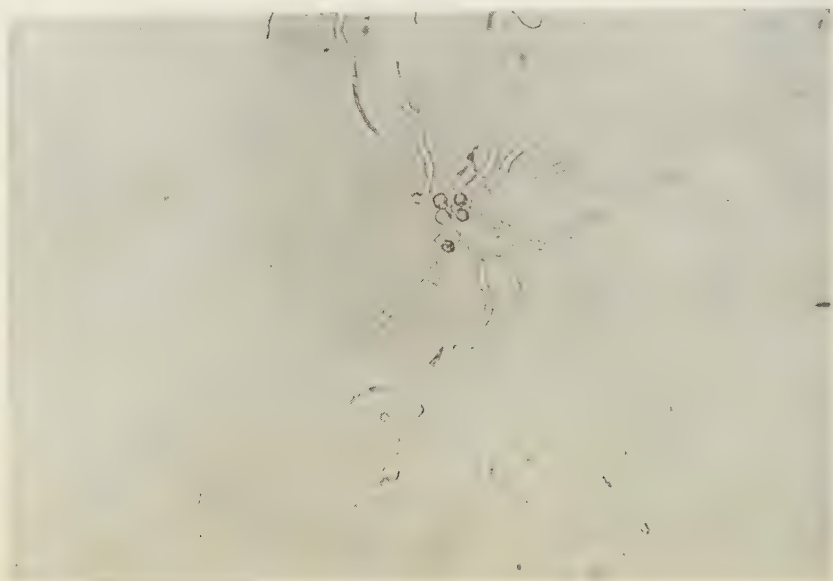


Photo C. Anselme et J. Marty.

FIG. 8. — *Mauginiella Scaeltiae* CAV. Germination de spores (forme clamydospore ?) (Gross. 8.)



Photo C. Anselme et J. Marty.

FIG. 6. — Détail de la périphérie d'une colonie de *Mauginiella Scaeltiae* CAV. après écrasement entre lame et lamelle. (Gross. 5.)

## MICROMÉTHODE D'ANALYSE DU DIBROMÉTHANE DANS LES FRUITS ET LES TERRES

PAR

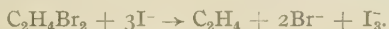
**G. VIEL et J. F. GUSSE**

Laboratoire de Phytopharmacie, Versailles.

### Introduction.

L'utilisation du dibrométhane pour la lutte contre les nématodes du sol et pour la fumigation des fruits contre *Ceratitis capitata* pose différents problèmes où il est nécessaire de déterminer de petites quantités de ce produit.

Pour le dosage du dibrométhane dans le sol, HANSON (1) préconise de séparer cette substance par distillation en présence d'eau. Le distillat recueilli dans l'alcool est additionné d'acide acétique et d'iodure de potassium et porté à l'ébullition. La réaction est la suivante :



L'iode est ensuite titré au thiosulfate. Une correction par un dosage à blanc exécuté simultanément est indispensable.

De leur côté TANADA et col. (2) après avoir critiqué l'application au dibrométhane de la méthode recommandée par SCHRADER et col. (3) dans le cas du bromure d'éthyle, et qui repose sur l'hydrolyse par la potasse alcoolique du composé bromé, adoptent la méthode de HANSON pour le dosage des résidus de ce fumigant dans les fruits traités. Ils y apportent cependant une modification en remplaçant l'eau ajoutée pour la distillation des traces de produit par du benzène.

Nous avons essayé la méthode décrite par HANSON, mais même en prenant de grandes précautions pour éviter le contact avec l'air pendant l'ébullition en présence d'iodure de potassium, la quantité d'hyposulfite nécessaire à la réduction de l'iode dans le dosage à blanc est relativement importante et rend imprécise la détermination de petites quantités du corps à doser.

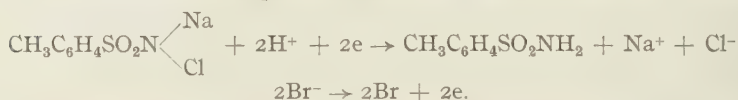
Par ailleurs des substances normales des fruits peuvent interférer dans le dosage et il est assez surprenant de constater la présence de dibrométhane dans les fruits non traités.

### Principe de la méthode.

Nous avons donc préféré nous adresser à une autre méthode et nous avons eu recours à un microdosage du brome par colorimétrie. Cette méthode décrite par STENGER et KOLTHOFF (4) a été étudiée par P. BALATRE (5). Nous avons adopté le mode opératoire de cet auteur à une modification près.

Le principe du dosage du brome est le suivant :

Le bromure est oxydé par la chloramine T selon la réaction suivante :



Le brome libéré est fixé sur la phénolsulfonephthaléine en donnant un dérivé tétrabromé qui vire du jaune au bleu violet en passant de pH 3,2 à 4,6.

L'intensité de la teinte est proportionnelle à la quantité de brome lorsque le pH de la solution est convenablement choisi. Cette solution est tamponnée à pH 5 dans le but d'éviter l'interférence de la coloration due à l'excès de rouge de phénol (virant de pH 6,4 à 8,0) et à une petite quantité de dérivés chlorés qui peut se former (virage de pH 5,0 à 6,6).

### Réactifs.

- |  |                      |
|--|----------------------|
| 1. Solution de rouge de phénol   |                      |
| Rouge de phénol (phénol sulfonephthaléine) .....   | 33 mg                |
| Soude N/10 .....   | 3 cm <sup>3</sup>    |
| Eau distillée q.s.p. ....  | 100 cm <sup>3</sup>  |
| 2. Tampon acéto acétique   |                      |
| Soude N .....  | 500 cm <sup>3</sup>  |
| Acide acétique N .....   | 650 cm <sup>3</sup>  |
| 3. Solution tampon-colorant  |                      |
| Solution rouge de phénol (1) .....   | 25 cm <sup>3</sup>   |
| Solution tampon (2) q.s.p. ....  | 500 cm <sup>3</sup>  |
| 4. Solution de chloramine (M/40) ou N/20   |                      |
| Sel de sodium de la paratoluène sulfone chloramide   |                      |
| P. M. (281,6) .....  | 7 g                  |
| Eau distillée .....  | 1000 cm <sup>3</sup> |
| 4. Solution N/200 à préparer quotidiennement par dilution au 1/10 de la solution précédente. |                      |
| 5. Solution de thiosulfate de sodium à 25 p. 100.  |                      |
| 6. Benzène pur type R.P.   |                      |
| 7. Potassium.  |                      |
| 8. Alcool éthylique absolu.  |                      |
| 9. Solution saturée de bicarbonate de sodium.  |                      |
| 10. Acide chlorhydrique type R. P.   |                      |
| 11. Sulfate de sodium neutre pur et sec.   |                      |

### Mode opératoire.

Le dosage du dibrométhane dans le matériel biologique comporte trois parties :

- a) la séparation du dibrométhane ;
- b) la minéralisation du brome organique ;
- c) le dosage du brome.

### a) Séparation du dibrométhane.

Nous opérons par distillation, en présence d'eau et de benzène.

L'échantillon à analyser, 30 g de terre, ou 100 g de fruits bien divisés, est introduit dans un ballon, il est ajouté 10 cm<sup>3</sup> de benzène R.P. et 10 cm<sup>3</sup> d'eau et, dans le cas d'une terre alcaline, 12 cm<sup>3</sup> d'acide chlorhydrique fumant.

On distille eau et benzène, environ 20 à 25 cm<sup>3</sup> d'eau dans le cas des fruits, la totalité dans le cas du sol.

On laisse refroidir et on répète l'addition de benzène et d'eau. On distille à nouveau le benzène et 20 à 25 cm<sup>3</sup> d'eau.

Les distillats sont rassemblés, bien agités avec le benzène.

Le benzène est séparé de la couche aqueuse dans une ampoule à décanter, lavé une fois, puis introduit dans un flacon et mis à sécher avec du sulfate de sodium sec.

Nous avons vérifié que deux distillations étaient suffisantes pour entraîner la totalité du dibrométhane présent.

Dans le cas de l'addition de 39 % de C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>Br<sub>2</sub> à 100 g de pulpe de pêches, nous n'avons plus retrouvé de brome dans une troisième distillation.

Dans le cas des sols nous avons retrouvé la totalité du dibrométhane ajouté à 30 g de terre.

### b) Minéralisation.

La solution benzénique est filtrée dans un ballon à col rodé, le sulfate de soude est rincé par 5 cm<sup>3</sup> de benzène.

Le ballon est relié à un réfrigérant et un fragment de potassium d'environ 0,2 g est introduit dans le liquide qui est alors chauffé jusqu'à début d'ébullition. 1 cm<sup>3</sup> d'alcool absolu est alors introduit par le réfrigérant.

Lorsque le fragment de potassium a disparu on ajoute un second fragment, on laisse la réaction se faire. On ajoute encore un troisième fragment. La quantité de potassium utilisée doit être d'environ 0,5 à 0,6 g.

Dans ces conditions nous avons vérifié qu'avec les réactifs utilisés il n'y avait pas lieu de faire de corrections.

Après refroidissement du benzène 10 cm<sup>3</sup> d'eau sont introduits et le liquide est acidifié par le minimum d'acide chlorhydrique fumant R.P.

La couche aqueuse est décantée. La solution benzénique est lavée 3 fois avec 10 cm<sup>3</sup> d'eau.

La solution aqueuse et les eaux de lavage sont neutralisées par

addition de solution saturée de bicarbonate de sodium et évaporée à quelques centimètres cubes. La solution ainsi concentrée est transvasée dans un creuset et évaporée complètement. Le résidu sec est alors calciné rapidement sans dépasser  $500^{\circ}$ .

Le brome est dosé dans le résidu.

### c) Dosage du brome.

Le résidu est additionné de 1 à 2  $\text{cm}^3$  d'eau et neutralisé à pH 5, filtré dans une fiole de 10  $\text{cm}^3$ , le creuset est rincé avec de petits volumes du mélange tampon acéto-acétique et le volume est complété à 10  $\text{cm}^3$ .

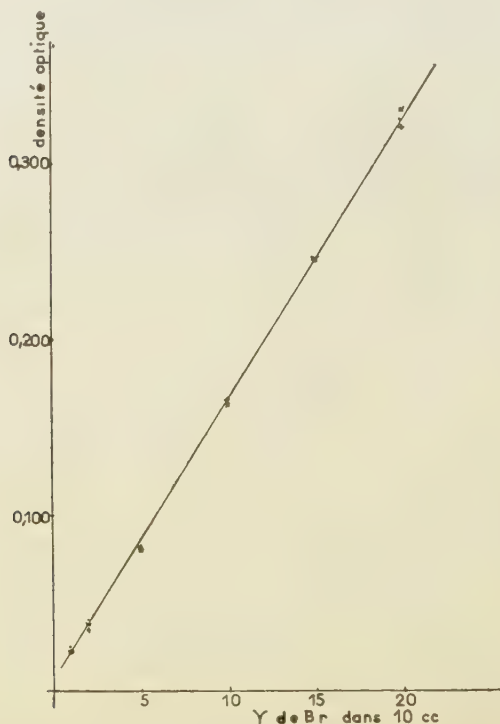


FIG. 1. — Courbe d'étalonnage pour le dosage du brome.  
Cette courbe peut être utilisée pour le dosage du dibrométhane.

5  $\text{cm}^3$  sont prélevés dans un bécher et additionnés de 2  $\text{cm}^3$  de mélange tampon-colorant.

2  $\text{cm}^3$  de solution de chloramine T contenus dans un petit tube sont brusquement ajoutés. La réaction est laissée se poursuivre pendant *exactement 30 secondes*, en agitant le bécher. La réaction est alors interrompue par addition de 2 gouttes de solution de thiosulfate de sodium.

Le volume du liquide est ajusté à 10 cm<sup>3</sup> dans une petite fiole jaugée.

La densité optique de la solution est déterminée à 570 m $\mu$  au spectrophotomètre JOBIN et YVON.

La quantité de brome est déterminée au moyen d'une courbe d'éta-  
lonnage.

### Courbe d'éta- lonnage.

La courbe d'éta-  
lonnage a été construite à partir d'une solution de  
bromure de sodium.

Les densités optiques obtenues dans les conditions opératoires  
décrites sont indiquées dans le tableau suivant :

Quantité de Br du BriNa en $\gamma$ pour 10 cm <sup>3</sup>	Densités optiques à 570 m $\mu$		
Témoin	0,012	0,012	0,012
1	0,025	0,022	0,022
2	0,040	0,038	0,035
5	0,085	0,080	0,082
10	0,150	0,162	0,165
15	0,205	0,245	0,245
20	0,325	0,330	0,320

### Détermination de dibrométhane.

La méthode permet de retrouver dans une solution benzénique ou  
dans une terre avec une précision de 5 à 20 p. 100 quelques dizaines de  $\gamma$   
de C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>Br<sub>2</sub> ainsi que le prouvent les résultats suivants :

#### Détermination de C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>Br<sub>2</sub>.

	Quantités de C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Br <sub>2</sub> en Br		
	introduites	retrouvées	% retrouvé
Solution benzénique	33,4	31,6	94,5
	33,4	31,8	94,5
dans une terre	51	60	117
	85	92,5	109
	119	125	105

La quantité minimum appréciable est de l'ordre de 5  $\gamma$  pour 10 cm<sup>3</sup>  
soit 10  $\gamma$  pour l'échantillon analysé.

### Résumé.

Nous avons décrit une méthode de dosage du dibrométhane dans  
les milieux biologiques qui permet de déterminer des quantités absolues  
de l'ordre de 10  $\gamma$  de cette substance.

Cette méthode repose sur :  
la séparation du dibrométhane par distillation,  
la minéralisation du brome organique par le potassium, en milieu benzoalcoolique,  
le dosage de brome par formation de bleu de bromophénol.

*Reçu pour publication le 20 décembre 1956.*

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) HANSON (W. J.). — Effect of acetic acid on recovery of ethylene dibromide from California soil. *Advances in chemistry series*, I, 202-205, 1950.
  - (2) TANADA (A. M.), MATSUMOTO (H.) et SCHEUER (P. J.). — Determination in fresh fruits after fumigation with ethylene dibromide. *Jour agr. and food chem.*, I, 453-455, 1953.
  - (3) SHRADER (S. A.), BESHGETOOR (A. W.) et STENGER (V. A.). — *Ind, Eng. Chem., Anal. Ed.*, 14, 1, 1942.  
STENGER (V. A.), SHRADER et BESHGETOOR (A. W.). — Analytical methods for methyl bromide, *Ind. and Eng. Chem. Anal. Ed.* II, 121-124, 1939.
  - (4) STENGER (V. A.) et KOLTHOFF (I. M.). — *J. am. chem. Soc.* 57, 381, 1935.
  - (5) BALATRE (P.). — Contribution à l'étude du microdosage du brome en vue d'applications biologiques. *Thèse de diplôme supérieur de pharmacien*, Série E, n° 3, 1938-1939, Paris.
-

# OBSERVATIONS SUR LE COMPORTEMENT DE PONTE DE LA MOUCHE DU CÉLERI (*PHILOPHYLLA HERACLEI* L.)<sup>(1)</sup>

par

V. LABEYRIE

Station de Zoologie agricole et de lutte biologique d'Antibes

## PLAN DU MÉMOIRE

- I. — **Prémices à l'acte de ponte et distribution naturelle des œufs.**
- II. — **Choix de la surface de ponte.**
  - 1. — Technique d'étude.
  - 2. — Influence de la posture de l'insecte et de la nature de la surface foliaire.
  - 3. — Influence de l'éclairement et de l'humidité.
- III. — **Discussion et conclusions.**
  - Résumé.

Le comportement de ponte des Mouches phytophages a fait l'objet de nombreuses études parmi lesquelles il convient de rappeler particulièrement celle de WIESMANN (20) sur *Rhagoletis cerasi* L. En ce qui concerne *P. heraclei*, si différents points de sa biologie ont été bien étudiés notamment par KEILIN et TATE (10), par contre, l'éthologie des adultes n'avait pas fait l'objet de travaux particuliers. Pourtant le comportement de ponte présente des caractères intéressants.

## I. — PRÉMICES A L'ACTE DE PONTE ET DISTRIBUTION NATURELLE DES ŒUFS.

En sortant de la pupe, la femelle a des ovaires peu développés et un abdomen chargé de lobules graisseux. Après quatre jours d'alimentation glucosée, il y a résorption du tissu adipeux et maturation des ovaires. Ceux-ci sont alors semblables à ceux décrits par DEAN (5) chez *Rhagoletis pomonella*.

La maturation des œufs est accompagnée d'un accroissement de

(<sup>1</sup>) Qu'il nous soit permis de remercier ici M<sup>r</sup> CHABOUSSOU, Directeur de la station de Zoologie Agricole du Sud Ouest pour les facilités qu'il nous a accordées pour l'accomplissement de ce travail.

l'excitabilité des femelles lorsque la température dépasse 20°C et l'intensité lumineuse 500 lux.

Quoique fortement photopositives, elles négligent la source lumineuse et volent vers les feuilles de Céleri lorsque celles-ci sont introduites dans la cage d'élevage.

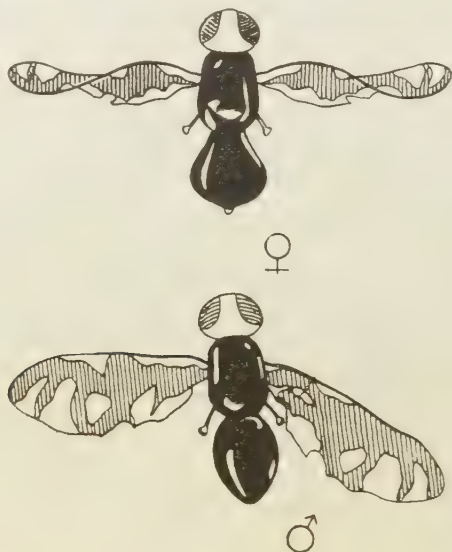


FIG. 1. — Positions comparées des ailes des femelles et des mâles de la Mouche du Céleri.

La position des ailes pendant la marche sur les feuilles où elles viennent d'atterrir, permet de distinguer aisément les femelles des mâles (fig. 1). Alors que les ailes de ces derniers font des mouvements de moulinet indépendants, parallèlement au plan du corps, les ailes des femelles sont courbées en hélice et douées d'un mouvement synchronisé d'avant

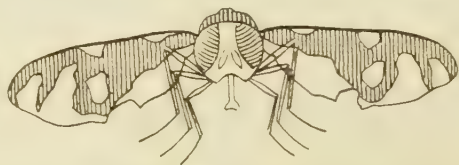


FIG. 2. — Femelle prospectant une feuille, vue de face.

en arrière et d'arrière en avant, dans un plan perpendiculaire à celui du corps.

Les ailes balaient ainsi l'air au niveau même de la surface parcourue par la femelle (fig. 2).

La position de la trompe est aussi caractéristique : pendant les déplacements, les lobes de la trompe frôlent la feuille qui est effleurée

par les soies du *distiproboscis*. Enfin la pseudo-tarière est dévaginée et traîne sur la feuille.

Ainsi au cours de la prospection fébrile de la femelle les organes suivants sont en contact avec la feuille : les soies du *distiproboscis*, les tarsi, et la face ventrale de la tarière (arête médiane, rebords du cloaque et du vagin).

La prospection est très rapide, la femelle parcourt d'un mouvement continu la face sur laquelle elle est posée, généralement la face supérieure



FIG. 3. — Œufs de Mouche du Céleri, pondus dans la face dorsale d'une feuille.

(c'est-à-dire la face ventrale : face qui au début du développement est orientée vers l'axe de la plante). Le déplacement n'est pas rectiligne, il y a souvent de brusques crochets et la vitesse de marche change fréquemment. *Philophylla* ne distingue pas les surfaces déjà examinées : ainsi certaines parties sont parcourues plusieurs fois tandis que d'autres sont négligées.

Au cours de ses déplacements, la Mouche passe sur la face dorsale : (face qui au début du développement de la feuille est extérieure) normalement inférieure.

Son comportement change.

Dans la plupart des cas, presque immédiatement après son passage sur la face dorsale, la Mouche s'arrête. Avec l'extrémité lancéolée de sa tarière elle perfore la cuticule et creuse une loge en repoussant les tissus de la plante. La cavité, de forme variable, atteint 2 à 3 mm de long. L'opération terminée et sans ressortir sa tarière, la femelle dépose



FIG. 4. — Position naturelle de feuilles du Céleri.

fréquemment un œuf. Le tout dure de 20 à 40 secondes. Il n'y a pas alimentation avec les suc de la plante comme chez certains *Agromyzidae* (15).

Immédiatement après, la Mouche reprend sa prospection et recommence une nouvelle loge. En trois minutes, 7 loges peuvent ainsi être creusées dans une même feuille et jusqu'à 25 œufs ont été déposés en 15 minutes par une femelle. La fréquence des pontes est inégale et dépend de l'état de maturation des œufs.

Les logettes et les œufs sont difficilement observables à l'œil ; il est nécessaire d'utiliser une lumière rasante (fig. 3) pour les distinguer.

Nous avons examiné la répartition naturelle des perforations et des pontes sur les deux faces des folioles d'un pied de Céleri après 24 heures de séjour de 20 Mouches.

L'orientation des folioles était hétérogène (fig. 4). l'ensemble était soumis à l'éclairement vertical d'une ampoule de 60 Watts, située à 30 cm au-dessus du foliole le plus élevé.

Face de la feuille examinée	Perforations		Œufs déposés		rapport œuf Perforation
	Nbre	Pourcent.	Nbre	Pourcent.	
Face dorsale.....	155	79 %	75	79 %	0,42
Face ventrale.....	40	21 %	20	21 %	0,50

La répartition naturelle des perforations et des pontes montre :

- 1° que les 4/5 des œufs sont déposés à travers la face dorsale ;
- 2° que les 4/5 des perforations sont aussi dans la face dorsale ;
- 3° que la moitié des perforations n'est pas accompagnée de ponte ;
- 4° que cette proportion ne change pas suivant la face envisagée.

Ces résultats confirment les observations directes.

L'introduction de la tarière n'implique pas obligatoirement émission d'œufs.

Nous retrouvons deux phases distinctes dans l'acte de ponte : introduction de la tarière et émission de l'œuf, que nous avons déjà constatées chez un autre insecte (II).

Le choix de la surface de ponte a lieu avant l'introduction de la tarière ; c'est de cette première phase de l'acte de ponte dont nous nous préoccupons ici.

## II. — CHOIX DE LA SURFACE DE PONTE

Nous nous sommes efforcés d'examiner le rôle de différents facteurs externes pouvant intervenir dans la détermination du choix de la surface de ponte.

La répartition naturelle ayant montré une prédominance des pontes sur la face dorsale, nous avons essayé de séparer les facteurs liés généralement à la position (éclairage, posture de l'insecte) de ceux résultant de la nature et de la structure de cette face.

### 1. — Technique d'étude

Pour limiter l'interférence avec d'autres facteurs, les expériences, à l'exception de celles destinées à rechercher le rôle de l'humidité, sont conduites en étuves à température constante de 25° et 75° d'humidité

relative. L'éclairage est fourni par un tube fluorescent vertical, situé à l'intérieur de l'étuve, de spectre Mazda lumière du jour, donnant à 30 cm une intensité lumineuse de l'ordre de 650 lux.

Les cages d'expériences ont  $31 \times 21 \times 21$  cm et quatre grandes faces de verre, l'aération étant effectuée par les deux petites faces grillagées.

Les femelles proviennent de larves récoltées dans la nature et nymphosées au laboratoire ; leur âge varie en général entre 4 et 10 jours.

Les feuilles de Céleri sont récoltées le jour même ; leurs pétioles trempent dans un flacon d'eau pour maintenir une turgescence totale pendant toute l'expérience. Les folioles ont une surface absolument plane ; leur orientation par rapport au facteur à examiner est maintenue fixe pendant la durée des expériences grâce à une trame de fil de nylon.

L'examen des perforations est remplacé par celui des œufs plus aisément réalisable, le rapport nombre des perforations au nombre des œufs étant indépendant de la surface de ponte étudiée ; cette dernière est prise en considération dans la « densité de ponte » qui est calculée par  $\text{dm}^2$  de surface des feuilles par décalquage de celles-ci sur papier millimétré.

## 2. — Influence de la posture de l'insecte et de la nature de la surface foliaire

Les folioles sont disposées dans un plan horizontal (fig. 5).

L'éclairement des deux faces est ainsi identique. Dans la description des expériences, la nature des faces sera toujours caractérisée par les termes de *dorsale* et *ventrale*, suivant la définition qui en a été donnée plus haut. Les termes inférieur et supérieur désigneront donc exclusivement la position de la face au cours de l'expérimentation.

Dans l'expérience n° 1, les feuilles sont dans la position courante, c'est-à-dire, face dorsale inférieure et face ventrale supérieure : 100 p. 100 des œufs sont déposés sur la première représentant 84 œufs et une densité de 240 ; aucun œuf n'est déposé sur la face ventrale supérieure.

Dans les expériences n° 2, 3, 4, 5, la disposition est inversée et nous avons la face dorsale supérieure et la face ventrale inférieure (voir tableau I, page 221) : dans ces conditions les pontes sont distribuées assez également, ce qui laisse supposer que d'autres facteurs, auxquels la Mouche n'est pas insensible, sont liés à la nature de la surface foliaire ventrale.

Les deux faces de la feuille diffèrent en particulier par le nombre de stomates et l'épaisseur de la cuticule. Ces deux facteurs concourent à rendre la face dorsale plus « odorante » et plus humide et la structure physique de la surface différente.

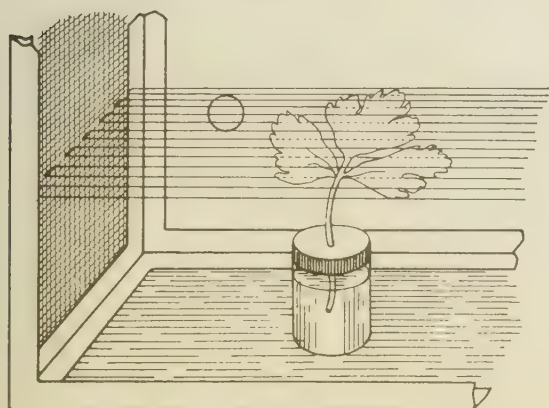
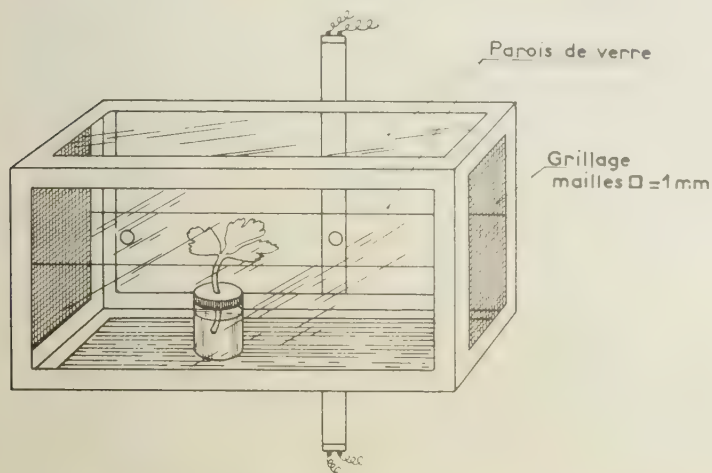


FIG. 5. — Dispositif expérimental.

TABLEAU I

*Distribution des pontes suivant la position de la feuille*

N° des expériences	2	3	4	5
Face dorsale supérieure				
Qu. d'œufs.....	11	46	37	45
Densité.....	41			
% .....	55,4	64	53	69
Face ventrale inférieure				
Qu. d'œufs.....	9	26	33	20
Densité.....	33			
% .....	44,6	36	47	31

Dans l'expérience n° 6 conduite dans une atmosphère où le déficit de saturation est inférieur à 2 mm de mercure nous pensons pouvoir supprimer le facteur « humidité ». Les influences de l'éclairement et de la posture de l'insecte sont éliminées en plaçant les feuilles dans un plan vertical parallèle aux rayons lumineux. La nature de la feuille intervient donc seule.

Les résultats suivants sont obtenus :

face dorsale : 35 œufs ;

face ventrale : 0 œuf.

### 3. — Influence de l'éclairement et de l'humidité

Les folioles sont dans un plan vertical, l'action de la pesanteur est identique sur les deux faces. L'orientation de ce plan est perpendiculaire aux rayons lumineux. Il y a donc, d'une part, les faces soumises à l'éclairement direct d'intensité 650 lux, d'autre part, les faces soumises à l'éclairement réfléchi d'intensité 30 lux auquel s'ajoute la lumière traversant la feuille.

Les différences de lumière portent donc sur l'intensité et sur la longueur d'onde.

Dans l'expérience 7, la feuille a sa face dorsale éclairée et sa face ventrale obscurcie : tous les œufs, au nombre de 32, sont pondus sur cette dernière.

Dans les expériences 8, 9, 10, certaines folioles sont dans cette disposition, d'autres sont retournées. Il y a donc quatre positions différentes : (voir tableau II) les œufs sont inégalement répartis sur les faces ombrées, mais une très faible proportion est déposée sur les faces éclairées. Il y a toujours une prédominance d'œufs pondus sur la face dorsale.

TABLEAU II

*Influence de l'éclairement sur la distribution des pontes*

	Face dorsale éclairée	Face ventrale obscurcie	Face dorsale obscurcie	Face ventrale éclairée
Nombre œufs				
exp. 8.....	0	21	38	0
exp. 9.....	4	13	29	1
exp. 10.....	2	8	35	0
Densité				
exp. 8.....	0	35	85	0
exp. 9.....	5	16	43	1,5
exp. 10.....	3	13	70	0
%				
exp. 8.....	0	29	71	0
exp. 9.....	7,5	24,5	65,5	2
exp. 10.....	3,5	15	81,5	0

Pour examiner si cette prédominance résulte d'un taux d'humidité différent entre les deux faces, provoqué par l'inégalité de transpiration (16) pouvant être due en particulier à la répartition des stomates (4 fois plus nombreux sur la face dorsale que sur la face ventrale), les expériences précédentes sont reprises en atmosphère saturée : les proportions d'œufs déposés pour les quatre positions de la feuille ne sont pas essentiellement modifiées par rapport à celles des expériences précédentes (voir tableau III) ce qui ne permet pas d'accorder d'influence notable au taux d'humidité, tout au moins tel qu'il existe dans les conditions de l'expérience.

TABLEAU III

*Influence de l'humidité sur la distribution des pontes.*

	Face dorsale éclairée	Face ventrale obscurcie	Face dorsale obscurcie	Face ventrale éclairée
Nombre œufs				
exp. 11 .....	0	5	6	0
exp. 12 .....	2	18	48	0
Densité				
exp. 11 .....	0	15	40	0
exp. 12 .....	3,5	32,5	81,5	0
%				
exp. 11 .....	0	27,5	72,5	0
exp. 12 .....	3	27,5	69,5	0

Par contre, l'éclairement a une influence prépondérante et la *face la plus obscure reçoit toujours la plus grande quantité, sinon la totalité, des œufs pondus.*

Cependant, pour nous rendre compte s'il n'y avait pas indépendance absolue de ce facteur à l'égard d'autres tels la nature de la feuille et la posture de l'insecte, le dispositif suivant a été utilisé : les feuilles sont dans un plan horizontal, la face dorsale étant supérieure et la source lumineuse placée en dessous.

Dans ce cas 26 p. 100 des œufs sont sur la face dorsale inférieure éclairée et 74 p. 100 sur la face ventrale supérieure obscurcie.

Dans des expériences antérieures où la face dorsale était éclairée (opposition des facteurs lumière et structure) 96 p. 100 des œufs étaient sur la face ventrale, c'est-à-dire sur la face obscurcie.

Par ailleurs nous avons indiqué que, lorsque les feuilles étaient retournées (les deux faces étant soumises à un éclairage identique, l'opposition étant alors entre les facteurs posture et structure) 62 p. 100 des œufs étaient sur la face dorsale c'est-à-dire sur la face alors supérieure.

Dans notre dernière expérience où les deux facteurs, structure et posture sont opposés ensemble à l'influence de la lumière, l'examen des

rapports obtenus précédemment montre que s'il y avait une simple addition de leurs effets séparés face à la lumière, on devrait théoriquement avoir 93 p. 100 des œufs sur la face obscurcie. Le fait qu'il n'y en a que 74 p. 100, montre que lorsque ces deux facteurs sont combinés, leur action totale est supérieure à la somme de leurs actions isolées.

### III. — DISCUSSION ET CONCLUSIONS

L'examen des pontes effectué dans les différentes feuilles d'un pied de Céleri, nous a montré que 79 p. 100 des logettes étaient perforées dans la face dorsale. La position des autres peut être considérée comme aberrante.

FEYTAUD (7) examinant la répartition des pontes du Doryphore, estimait que la position anormale de certaines était due à des « erreurs de l'instinct ».

Or, en provoquant simultanément les actions antagonistes de différents facteurs, il est possible d'obtenir chez *Philophylla heraclei* des lieux de ponte très variés.

La répartition homogène serait due chez certains insectes, tels les Cassides suivant RABAUD (14), à l'intervention d'un facteur unique.

Chez le Doryphore, suivant GRISON (9), le facteur prédominant ne serait pas la structure du support comme chez les Cassides, mais la position de ce dernier. Les œufs seraient toujours déposés sur la face inférieure du support sauf quand il est le plus éclairé.

Dans le cas du Doryphore, comme dans le cas de *Philophylla heraclei*, les facteurs prépondérants concourent généralement à provoquer la ponte en un même lieu.

Seule l'analyse peut mettre en évidence les différents facteurs intervenant dans cette séquence de l'acte de ponte. Il est difficile de caractériser ces réactions à l'aide du cadre rigide servant à la définition des tactismes ; toutefois il y a réaction orientée en présence de facteurs externes précis et il ne semble pas que, dans le cas de la Mouche du Céleri, on puisse se demander, comme CHAUVIN, si les tactismes existent bien dans le comportement animal normal (2).

L'excitation observée chez les femelles de *Philophylla heraclei* dès qu'elles se trouvent sur une feuille de Céleri, montre que ces insectes sont sensibilisés par leur plante hôte.

La présence sur les feuilles déclenche la prospection, qui, suivant l'intervention des facteurs étudiés, est suivie du forage de logettes et de l'émission d'œufs.

CURRIE (4) au cours d'expériences sur une autre *Trypetidae*, *Eua-resta aequalis* LOEW. provoque cette excitation avec des pièces de caout-

chouc recouvertes d'épingles courbées, imitant la forme des capsules de la plante hôte, mais il a constaté que cette activité n'existait que chez les femelles totalement matures.

« *L'évocateur* » pour employer l'expression de TINBERGEN, n'est simple chez *E. aequalis*, c'est-à-dire uniquement un réflexe de contact, que dans ce cas particulier. Autrement un second stimulus s'associe au réflexe de contact et son action est telle que lorsqu'il est absent, elle inhibe la seconde séquence de l'acte de ponte.

Dans le cas de la Mouche du Céleri, la sensibilisation de la femelle semble être essentiellement liée à la nature physico-chimique du feuillage de la plante-hôte.

La posture de la Mouche dès la prise de contact avec la feuille présente les caractères dus au réflexe de MINNICH : l'évocateur olfactif joue le rôle de « stimulus » significatif suivant GRASSE (8), et provoque l'apparition du comportement de ponte.

Le vol vers le Céleri peut être dû, ainsi que la sensibilisation de *P. heraclei* par cette plante hôte, à des facteurs olfactifs.

Tout se passe, comme dans le cas de l'attraction olfactive étudiée par DETHIER (6) où l'insecte « recherchait l'emplacement exact de la substance attractive après avoir été attiré vers elle par son odeur », quoique chez la Mouche du Céleri, l'adulte ne s'alimente pas sur la plante-hôte. Toutefois la possibilité d'intervention de facteurs différents peut exister puisque CURRIE a constaté chez *E. aequalis* que les leurres ne peuvent pas attirer les femelles bien qu'ils provoquent dans des conditions déterminées leur sensibilisation.

L'intervention du stimulus significatif provoquant le vol de *P. heraclei* vers le Céleri a lieu lorsque les Mouches ont atteint leur maturité sexuelle ; jusqu'à ce moment elles butinent sur les différentes plantes. Des constatations semblables ont été effectuées par NISHIDA (13) sur *Opius fletcheri* SILV. La présence d'un état physiologique déterminé, conditionne l'impulsion latente ou « drive » de THORPE qui permettra à l'insecte de réagir aux stimuli externes.

La présence de la plante hôte est toutefois indispensable puisque la ponte cesse avec le retrait des feuilles pour reprendre plusieurs mois après dès l'introduction d'une nouvelle plante dans la cage d'élevage : il n'y a pas d'activité à vide souvent observée en pareil cas par LORENZ (12).

L'activité de ponte de la Mouche du Céleri, due à l'action obligatoire et simultanée d'un état physiologique déterminé (maturité sexuelle) et d'un stimulus externe (présence de feuille de Céleri), entraîne une modification des réactions aux facteurs externes. Normalement fortement photopositive, la femelle dans sa recherche du lieu de ponte choisit la face la moins éclairée. GRISON a observé le même phénomène chez le Doryphore (9).

De l'ensemble de ces constatations il résulte que le choix de la surface de ponte est dû à l'intervention de facteurs décelables, mais que cette activité déclenchée par un état physiologique déterminé et la présence de pieds de Céleri, entraîne une modification de l'action des facteurs du milieu. Tout ce comportement très précis faisant intervenir un ensemble de réactions déterminées, où différents organes sensoriels entrent en action, tend à faire pondre la Mouche dans le milieu qui paraît être le mieux adapté au développement de l'espèce.

CRAIGHEAD (3) et UVAROV (19) indiquent toute une série d'insectes oligophages chez lesquels les adultes présentent une préférence pour l'hôte sur lequel ils ont été élevés, réaction dénommée « Imprinting » par THORPE (17).

UVAROV (19) s'appuyant sur les travaux de PAVLOV sur l'inhibition des réflexes conditionnés chez les Mammifères, estime que l'attraction qui provoque la ponte peut ainsi être caractérisée comme un réflexe conditionné par l'alimentation. L'attraction exercée par la plante-hôte s'exerçant à nouveau lorsque l'inhibition disparaît avec la maturation des œufs. Cette intervention du système nerveux dans l'acte de ponte est observé par BODENHEIMER (1) chez les *Tipula* qui pondent dans un milieu défavorable après décapitation, alors qu'elles le refusaient avant.

L'hypothèse d'UVAROV sur la présence d'une inhibition temporaire pendant l'ovogénèse permettrait d'expliquer sous quelle influence les larves de la Mouche du Céleri quittent la plante-hôte.

Certains tactismes changent de sens, d'autres apparaissent lors de la fin du développement larvaire. Il est peut-être possible de lier cette modification du comportement au début de la genèse des organes sexuels et cette adaptation physiologique qui en résulterait, se poursuivrait jusqu'à la maturation des œufs. Ensuite le processus réactionnel de la ponte (l'éthogramme des objectivistes) se déroule selon un nombre réduit de séquences dont les stimuli significatifs ont été analysés et mis en évidence par rapport à la plante-hôte.

## RÉSUMÉ

Les femelles de la Mouche du Céleri sexuellement mûres sont attirées par la plante-hôte.

Lors de la prospection du lieu de ponte différents facteurs du milieu interviennent directement. L'action de la lumière est différente de celle observée sur les Mouches avant la prospection.

Le facteur éclaircissement est prépondérant. Les Mouches pondent dans la face la plus ombragée ; la structure de la feuille, sa position interviennent aussi.

L'intervention de toute cette gamme de stimuli peut être interprétée

suisant l'hypothèse d'UVAROV comme conséquence de la disparition d'une inhibition liée à la maturation des ovaires, l'attraction de la plante-hôte pouvant alors s'exercer normalement.

Reçu pour publication le 20 janvier 1957.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) BODENHEIMER (F. S.). — Sense ecology, a neglected factor in insect epidemiology. *C. R. V<sup>o</sup> Cong. Int. Paris*, 1932, 93-96, 1933.
- (2) CHAUVIN (R.). — Théories nouvelles relatives au comportement inné. *Bull. de Psych.*, VI, n<sup>o</sup> 4, 5, 10, 11, 1953.
- (3) CRAIGHEAD (F. D.). — Hopkins host selection principle as related to certain Cerambycid beetles. *J. Agr. Res.*, **22**, 189-220, 1921.
- (4) CURRIE (G. A.). — Oviposition stimuli of the burr-seed fly, *Euaresta aequalis* LOEW. (Dipt. Trypetidae). *Bull. Ent. Res.*, **23**, 191-193, 1932.
- (5) DEAN (R. W.). — Anatomy and post pupal development of the female reproductive system in the apple maggot fly: *Rhagoletis pomonella* WALSH. *N. Y. St. Agr. Exp. Sta. Techn. Bull.*, **229**, 21 pp., 1935.
- (6) DETHIER (V. G.). — Host plant perception in phytophagous insects. *Trans. IX<sup>e</sup> Int. Ent. Cong. Amsterdam* 1951, t. II, 81-88, 1953.
- (7) FEYTAUD (J.). — Recherches sur le Doryphore. I. Observations biologiques. *Ann. Epiph.*, **16**, 303-390, 1930.
- (8) GRASSE (P. P.). — Les Insectes et leur univers. *Conf. Palais de la Découverte*, Paris, 1944.
- (9) GRISON (P.). — La ponte du Doryphore et quelques considérations sur l'instinct. *Pararitica*, IV, 73-84, 1948.
- (10) KEILIN (D.), TATE (P.). — The larval stages of the celery fly (*Acidia heraclei* L.) and the Braconid (*Adelura apii* CURT.) with notes upon an associated parasitic yeast like fungus. *Parasitology*, **35**, 27-36, 1943.
- (11) LABEYRIE (V.), MAISON (P.). — Sur les relations entre la ponte d'*Acanthoscelides obsoletus* SAY dans la nature et les stades phénologiques de *Phaseolus vul.* *C. R. Ac. Sc.*, **238**, 1920-1922, 1954.
- (12) LORENZ (K.). — The comparative method in studying innate behaviour patterns. *Sympos. Soc. Exp. Biol. IV. Physiol. mechanism in animal behaviour*, 220-268, 1950.
- (13) NISHIDA (T.). — An experimental study of the ovipositional behavior of *Opius fletcheri* SILV. a parasite of the melon fly. *Proc. Haw. Ent. Soc. for* 1955, **16**, 126-134, 1956.
- (14) RABAUD (E.). — Notes sommaires sur la biologie des Cassides. 1<sup>o</sup> Mode de ponte et d'alimentation. *Bull. Soc. Ent. Fr.*, 196-198, 1915.
- (15) RICHELLO (A.). — Contributo alla conoscenza della mosca del carciofo (*Agromyza andalusica* STROBL.) e dei suoi parassiti. *Boll. Lab. Zool. Portici*, **22**, 81-147, 1928.
- (16) SIVADJIAN (J.). — Étude hygrophotographique de la transpiration des plantes. *C. R. Ac. Sci.*, **232**, 1956-1958, 1951.
- (17) THORPE (W. H.). — Further studies on pre-imaginal olfactory conditioning in insects. *Proc. R. Soc., (B)*, **127**, 424-433, 1939.
- (18) THORPE (W. H.). — The concepts of learning and their relation to those of instinct. *Symp. Soc. Exp. Biol. IV. Physiol. mechanism in animal behaviour*, 387-408, 1950.
- (19) UVAROV (B. P.). — Conditioned reflexes in insect behaviour. *C. R. V<sup>o</sup> Cong. Int. Paris* 1932, 353-360, 1933.
- (20) WIESMANN (R.). — Die orientierung der Kirschfliege, *Rhagoletis cerasi* L., bei der Eiablage. (Eine sinnesphysiologische Untersuchung). *Landwirts. Jahr. der Schweiz.*, 1079-1109, 1937.



## DEUXIÈME CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA MICROFLORE FONGIQUE DES SOLS CULTIVÉS

PAR

**J. GUILLEMAT**

et

**J. MONTEGUT**

Chaire de Botanique  
E. N. A., Grignon

Chaire de Botanique  
E. N. H., Versailles

(avec la collaboration technique de **M<sup>me</sup> MONTEGUT**)

---

### PLAN DU MÉMOIRE

- I. — Influence du labour.**
  - II. — Influence des débris végétaux de surface.**
    - A. — Rapports entre la mycoflore de surface et celle du sol proprement dit.
    - B. — Influence de la nature des débris végétaux.
    - C. — Influence de la fumure sur la mycoflore de surface.
    - D. — Rôle accessoire des adventices de culture.
  - III. — Influence des facteurs climatiques.**
    - A. — Humidité du sol.
    - B. — Température.
      - 1<sup>o</sup> Premiers froids.
      - 2<sup>o</sup> Période de gel prolongé.
      - 3<sup>o</sup> Période de dégel.
  - IV. — Biologie particulière de 2 espèces de *Penicillium*.**
    - A. — *P. lilacinum*.
    - B. — *P. canescens*.
  - V. — Évolution annuelle de la mycoflore. Conclusions.**
  - VI. — Résumé.**
- 

#### **I. — Influence du labour**

Elle a été étudiée sur deux parcelles à blé (NPK et S.E. 1902) en comparant les prélèvements réalisés le 16 Novembre 1955 (chaume en place) et le 6 décembre 1955 (après un labour à la bêche à 20-25 cm de profondeur).

Dans l'hypothèse d'un labour correctement exécuté la fréquence de la mycoflore des horizons 0 — 5 — 10 — 20 cm devait être renversée.

TABLEAU I

Répartition des espèces selon les parcelles et les profondeurs pour le prélèvement réalisé sur la sole à blé (1955) le 16 nov. 1955.

N° des souches	Somme des colonies pour chaque parcelle sur l'ensemble des 5 profondeurs 0 - 5 - 10 - 20 - 40 cm				Somme des colonies isolées à chacune des profondeurs 0 - 5 - 10 - 20 - 40 cm sur l'ensemble des 4 parcelles				Parcelles où le niveau 80 cm a été étudié		Nombre de		Total des colonies isolées sauf à 80 cm			
	Fu-mier	NPK	SE 1902	SE 1875	0	5	10	20	40	Fu-mier	NPK	SE 1902		par-celles	sur 23	
Phycomycètes																
Mortierella renispora	PH 11	98	84	92	78	98	72	82	60	40	+	+	+	+	23	352
Mucor adventitius v. aurantiacus	MU 3	4	6	8	2	16	2	4	—	—	—	—	—	+	5	20
Absidia glauca	PH 15	2	2	—	—	—	2	—	2	—	—	—	—	2	2	4
Absidia spinosa	PH 16	—	—	4	—	—	—	—	2	2	—	—	—	1	1	4
Actinomucor repens	PH 20	2	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2
Cunninghamella sp.	PH 40	—	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2
Total esp./col. de 0 à 40 cm		4/106	3/92	3/104	3/82	4/118	2/74	2/86	3/64	2/42	1/4	1/1	1/4			384
Total esp./col. à 0 cm		3/32	2/30	2/36	2/24											
Total esp./col. de 5 à 40 cm		3/74	2/66	2/68	2/58											
Ascomycètes																
Penicillium asperum	PN 16	2	4	2	—	—	2	—	6	—	—	—	—	3	4	8
Chaetomium globosum	AS 7	2	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	1	1	2
Chaetomium sp.	AS 8	—	—	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2
Penicillium vermiculatum	PN 87	2	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	1	1	2
Chaetomidium fineti	AS 30	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1	2
Total esp./col. de 0 à 40 cm		3/6	2/5	2/4	0/0	1/2	2/4	0/0	2/8	1/1	—	—	—	—	—	15
Total esp./col. à 0 cm		0/0	0/0	1/2	0/0											
Total esp./col. de 5 à 40 cm		3/6	2/5	1/2	0/0											
Mucédinées																
Cephalosporiopsis imperfecta	MO 18	121	89	40	54	80	84	68	66	6	—	—	—	4	19	304
Verticillium sp.	MO 7	94	106	43	30	54	68	82	64	5	—	—	—	4	19	275
Cephalosporium sp.	MO 45	26	16	20	12	8	26	24	16	—	—	—	—	4	17	74
Gloecladium roseum	MO 3	42	16	10	4	26	18	20	8	—	—	—	—	4	12	72
Spiraria violacea	MO 25	11	2	19	22	26	26	10	12	6	—	—	—	4	12	54
Arrestatagnus lateritius	MO 5	12	8	6	3	8	8	8	4	1	—	—	—	4	12	29
Trichoderma lignorum	MO 20	40	18	3	2	6	16	20	4	1	—	—	—	4	11	63
Cephalosporium à scléroties	MO 16	8	17	4	4	14	14	10	4	5	—	—	—	4	10	33
Cephalosporium sp.	MO 46	4	3	2	6	20	4	—	—	15	—	—	—	4	7	15
Gloecladium catenulatum	MO 1	24	10	2	—	20	4	8	8	—	—	—	—	3	8	36
																28

<i>Gibbortrys</i> sp. ....	MO 38	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
----------------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--

TABLEAU I (suite)

N° des souches	Somme des colonies pour chaque parcelle sur l'ensemble des 5 profondeurs 0 - 5 - 10 - 20 - 40 cm				Somme des colonies isolées à chacune des profondeurs 0 - 5 - 10 - 20 - 40 cm sur l'ensemble des 4 parcelles				Parcelles où le niveau 80 cm a été étudié		Nombre de parcelles		Total des colonies isolées sauf à 80 cm		
	Fu-mier	NPK	SE 1902	SE 1875	0	5	10	20	40	Fu-mier	NPK	SE 1902		sur parcelles	sur 23
Dématiacées :															
1° Espèces indifférentes :															
Glomastix convoluta .....	DM 10	25	21	25	24	10	22	18	28	17	—	—	4	20	95
Monotopora sp. ....	DM 31	14	8	17	10	8	10	14	12	5	—	—	4	16	40
Stachybotrys alternans .....	DM 1	13	14	21	14	8	26	14	12	2	—	—	4	15	62
Ilmiodendrum cladosporioides .....	DM 19	2	13	4	6	20	—	4	1	—	2	—	4	7	25
Stachybotrys atra .....	DM 4	2	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	1	1	2
Dématée sp. ....	DM 70	—	2	—	—	—	—	—	2	—	—	—	1	1	2
Alternaria tenuissima .....	DM 8	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	1	1	0
Stemphylium ilicis .....	DM 15	+	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	0
Total esp./col. de 0 à 40 cm .....	5/56	5/58	5/69	4/54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2° Espèces défavorisées :															
Monotopora sp. ....	DM 32	3	2	42	28	12	12	28	20	3	—	—	4	12	75
Rhizotrichum sp. ....	DM 50	1	8	22	16	—	28	14	4	1	—	—	4	9	47
Oridodendrum sp. ....	DM 75	—	6	—	12	2	—	16	—	—	—	—	2	3	18
Curvularia sp. ....	DM 60	—	—	2	6	6	—	2	—	—	—	—	2	3	8
Total esp./col. de 0 à 40 cm .....	2/4	3/16	3/66	4/62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ensemble des Dématiacées :															
Total esp./col. de 0 à 40 cm .....	7/60	8/74	8/135	8/116	8/68	5/98	8/110	7/80	6/29	—	0/0	1/1	—	—	385
— à 0 cm .....	4/8	4/18	6/24	4/18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— de 5 à 40 cm .....	7/52	8/56	7/111	8/98	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Stilbatiées :



Le tableau III et le graphique I donnent des résultats conformes dans l'ensemble à ces prévisions : les résultats sont plus caractéristiques dans

TABLEAU II

*Répartition systématique des espèces blé, 16 novembre 1955*

Somme des colonies isolées pour chaque parcelle sur l'ensemble des 4 profondeurs 5-10-20-40 cm.

	Fumier a/b	NPK	1902	1875	Total
6 Phycomycètes .....	3/74	2/66	2/66	2/58	266
5 Ascomycètes .....	3/6	2/5	1/2	—	13
27 Mucédinées p.p. ....	17/326	15/228	14/139	15/126	819
13 Penicillium .....	6/235	9/308	6/257	5/161	961
4 Aspergillus .....	2/6	2/4	—	1/2	12
12 Dématiées .....	7/52	8/56	5/111	8/98	317
4 Stilbacées .....	3/16	3/28	2/35	3/18	97
6 Tuberculariacées p.p. ....	2/12	2/3	1/2	3/8	25
9 Fusarium, Cylindrocarpon .....	8/28	6/24	6/29	6/21	102
3 Mélanconiées .....	2/27	2/17	2/18	2/18	80
3 Sphaeropsidées .....	2/120	2/127	3/30	2/44	321
3 Myceliums stériles .....	1/2	—	—	1/2	4
95 Total .....	56/904	53/866	42/691	48/556	3 017

a/b : nombre d'espèces/de colonies correspondant à 20 mg. de terre

TABLEAU II (bis)

*Répartition systématique des espèces blé, 16 novembre 1955*

	o a/b	Somme des colonies isolées à chacune des 5 profondeurs sur l'ensemble des 4 parcelles :					Somme des colonies isolées à 80 cm dans les parcelles		
		5 cm	10 cm	20 cm	40 cm	Total	Fu- mier 80 c/d	NPK 80	SE 1902 80
6 Phycomycètes .....	4/118	2/74	2/86	3/64	2/42	384	1/4	1/1	1/4
5 Ascomycètes .....	1/2	2/4	—	2/8	1/1	15	—	—	—
27 Mucédinées p.p. ....	14/228	17/292	13/260	16/218	14/49	1 047	5/5	2/2	4/4
13 Penicillium .....	10/320	8/236	7/254	7/254	3/217	1 281	1/3	1/9	2/37
4 Aspergillus .....	1/2	2/4	3/8	—	—	14	—	—	—
12 Dématiées .....	8/68	5/98	8/110	7/80	6/29	385	2/3	—	1/1
4 Stilbacées .....	2/4	2/24	2/24	2/38	3/11	101	—	—	1/2
6 Tuberculariacées p.p. ....	4/24	2/12	1/4	3/8	1/1	49	—	—	—
9 Fusarium, Cylindrocarpon .....	7/53	7/39	7/28	6/28	3/7	155	1/1	1/1	1/2
3 Mélanconiées .....	2/46	2/28	3/30	2/18	2/4	126	1/1	—	—
3 Sphaeropsidées .....	3/258	3/166	2/84	2/68	2/3	579	—	—	—
3 Myceliums stériles ....	1/2	1/2	1/2	—	—	6	1/1	—	1/
95 Total .....	57/1 125	53/979	49/890	50/784	37/364	4 142	12/18	5/13	11/51

a/b : nombre d'espèces/de colonies correspondant à 20 mg de terre.

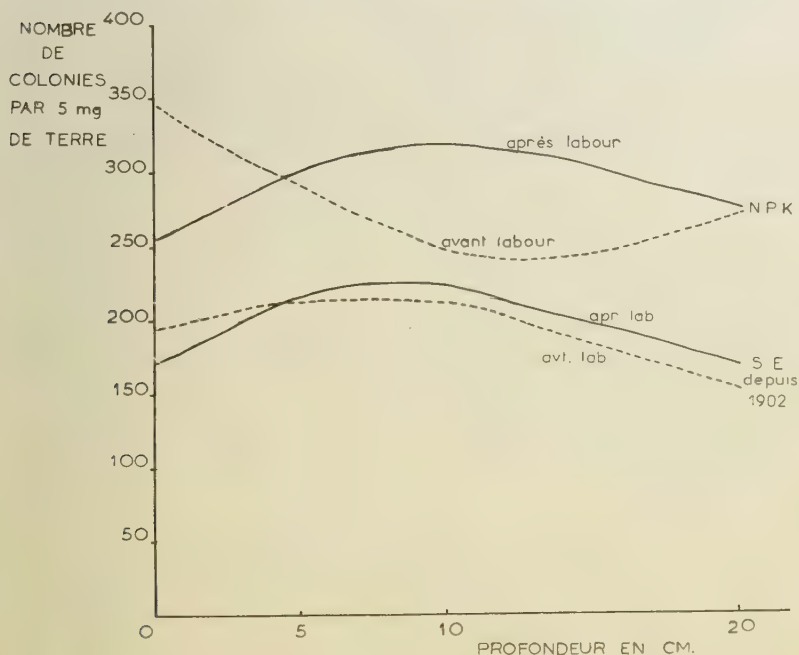
c/d : nombre d'espèces/de colonies correspondant à 5 mg de terre.

la parcelle NPK où la mycoflore montrait avant le labour des variations de fréquence plus importantes suivant la profondeur ; ainsi l'horizon o qui s'est trouvé remplacé par les horizons sous-jacents moins

TABLEAU III  
*Influence du labour*

Profondeur	Parcelle NPK		Parcelle sans engrais depuis 1902	
	16 Novembre Avant labour	6 Décembre Après labour	16 Novembre Avant labour	6 Décembre Après labour
0 cm.....	346 (*)	256	194	162
5 cm.....	290	305	212	219
10 cm.....	248	317	212	222
20 cm.....	272	278	154	169
	1.156		772	

(\*) : nombre de colonies correspondant à 5 mg. de terre,



GRAPHIQUE I. — Influence du labour.

riches devient l'horizon le plus pauvre, tandis que son enfouissement enrichissait les horizons 5 et surtout 10 cm, ce dernier montrant alors la fréquence maximum. Dans la parcelle SE, le profil de la mycoflore étant au départ relativement plus homogène, le labour n'a entraîné que de faibles modifications cependant conformes aux prévisions. Enfin, le fait que l'horizon 20 cm ne présente pas le relèvement sensible de fré-

quence auquel on pouvait s'attendre, indique que le retournement du sol par le fer de bêche est imparfait.

Ces observations apparemment banales ont toutefois le mérite de préciser deux points intéressants :

1° la *perturbation* réelle apportée par le labour disparaît progressivement au cours de l'hiver puisque par la suite chaque élément de la mycoflore reprend sa place et son profil dans le sol.

2° la *fidélité* des comptages et pointages a permis d'enregistrer parfaitement et significativement les fluctuations de la mycoflore en fonction d'un facteur écologique particulier : le labour.

## II. — INFLUENCE DES DÉBRIS VÉGÉTAUX DE SURFACE

TABLEAU IV

*Influence de la saison et de la couverture végétale  
dans les couches superficielles — 16 novembre*

Profondeur	Fumier	NPK	S. E. depuis 1902	S. E. depuis 1875
0 cm.....	460/34 (*)	346/33	194/32	140/21
5 cm.....	315/31 colonies/espèces	280/31 colonies/espèces	212/30 colonies/espèces	174/31 colonies/espèces

(\*) : nombre de colonies/espèces correspondant à 5 mg. de terre.

Les prélèvements du 16 novembre ont pour la première fois intéressé l'horizon 0 cm ; on a pris soin, cependant, de ne pas récolter les débris végétaux eux-mêmes qui feront l'objet d'une étude ultérieure ; l'analyse qualitative et quantitative de cet horizon en fonction de la fumure et de la nature des débris végétaux a permis de dégager les quatre points suivants :

### A. — Rapports entre la mycoflore de surface et celle du sol proprement dit.

Non seulement on retrouve dans l'horizon 0 cm les espèces essentielles de base des horizons sous-jacents, mais leur fréquence s'accorde et complète même la fréquence que possèdent ces mêmes espèces dans les horizons inférieurs. Ainsi, parmi les espèces qui antérieurement avaient leur optimum de fréquence à 5 cm certaines ont confirmé cette tendance en déplaçant leur optimum à 0 cm. Seules quelques espèces se sont montrées spécifiques de cet horizon. Il semble donc qu'il existe une solution de continuité entre la mycoflore de la surface du sol et celle du sol proprement dit. On peut envisager que la mycoflore saprophyte des débris végétaux desséchés et tombés à terre aurait presque tous ses représentants

présents dans le sol et en serait ainsi l'élément ravitailleur — à moins qu'inversement les débris végétaux tombés à terre ne soient envahis par les espèces du sol —. Ces deux phénomènes actuellement juxtaposés concourent à l'établissement d'un cycle biologique de la mycoflore du sol, sans qu'il soit possible de préciser quelles en étaient à l'origine les tenants et les aboutissants. Il est difficile de concevoir que la mycoflore des débris soit totalement différente de celle d'un sol où ceux-ci sont régulièrement enfouis par les labours. L'étude de la mycoflore des végétaux au niveau de leurs organes *en place* et celle réalisée au niveau de leurs débris *tombés à terre* nous renseigneront sur leur nature respective. Elles nous amèneront peut-être à distinguer dans la mycoflore de couverture, d'une part les espèces identiques à celles du sol proprement dit, d'autre part les espèces liées aux végétaux mais dont l'absence dans nos prélèvements ne pourrait s'expliquer que, soit par une exigence nutritive incompatible avec la nature des milieux d'isolement employés, soit par une activité réellement infime dans le sol qui ne les recèlerait qu'à l'état d'organes de conservation rares et dispersés. Ces dernières espèces appartiendraient aux parasites stricts, aux parasites de faiblesse et à certains saprophytes que l'on pourrait considérer comme les espèces « pionniers » de la dégradation de la matière organique.

### B. — Influence de la nature des débris végétaux.

L'influence, si elle existe, des débris végétaux sur la Mycoflore du sol est la même suivant les différents types de parcelles. Or, ces parcelles n'ont pas tout à fait la même structure floristique. Elles ont en commun, une majorité de débris de chaumes de blé, et une flore adventice de base constituée par :

*Polygonum aviculare*, *Setaria viridis*, *Anagallis arvensis*, *Euphorbia exigua*, *Cirsium arvense*, *Sonchus oleraceus*, *Convolvulus arvensis*, etc...

Mais elles diffèrent :

— tout d'abord par un poids sec de débris variable, très élevé dans les parcelles fumées où la récolte a laissé davantage de chaumes, et où les adventices ont un développement luxuriant, très réduit dans les parcelles sans engrais à faible récolte et dont les adventices sont chétives :

— ensuite par un pourcentage différent des adventices ; ainsi, les parcelles fumées sont à dominance presque totale de *Polygonum aviculare*, alors que les parcelles sans engrais montrent également une dominance, mais à base de *Setaria viridis*.

Cette dernière étant une graminée, les saprophytes qu'elle peut héberger sur ses débris desséchés ne doivent pas être sensiblement différents de ceux des chaumes, leur influence se confondrait avec celle de ces derniers. Par contre *Polygonum aviculare* pourrait par l'abondance

de ses débris influencer la mycoflore du sol ; ceci ne se vérifiant pas, nous supposons que cette plante ne recèle que peu de saprophytes (à démontrer), ou bien que l'abondance des chaumes crée une dominance de débris uniformes qui masque l'influence de tout les autres débris. Ainsi, la culture a homogénéisé la mycoflore du sol et, dans cet ordre d'idée, la culture des céréales qui revient en général souvent dans un assolement doit avoir une action prépondérante. Dans le cas des parcelles « Déhéraïn » cette influence très nette, s'explique par la rotation biennale, dans laquelle le blé occupe le terrain beaucoup plus longtemps (9 mois) que la betterave (5 mois) dont les collets et les feuilles sont enlevés après récolte. Les seules modifications observées sont d'ordre quantitatif en rapport avec le degré d'épuisement du sol ; dans ce sens la mycoflore suit les fluctuations de la végétation de surface qui ravitaille le sol en matière organique proportionnellement à la masse des débris qu'elle abandonne.

### C. — Influence de la fumure sur la mycoflore de surface.

La mycoflore de surface ne présente pas plus de variations spécifiques suivant la nature des quatre parcelles fumées ou non, que la mycoflore du sol proprement dit n'en présentait. Seules des différences d'ordre quantitatif ont été enregistrées, en accord avec celles observées antérieurement dans la microflore fongique du sol. Le tableau n° IV rend compte de la richesse en nombre de colonies plus grande de la mycoflore de surface dans les parcelles fumées que dans les parcelles sans engrais.

Les chiffres obtenus confirment les liens existant entre le degré d'épuisement du sol et l'activité de la mycoflore ; ainsi, la différence d'épuisement entre 1902 et 1875 est toujours remarquablement respectée. Par contre pour la première fois la parcelle à fumier se montre la plus riche en nombre de colonies isolées, ce qui indiquerait qu'en fin d'année, avant l'enfouissement des engrais, les parcelles à fumier seraient moins épuisées que les parcelles à NPK.

### D. — Rôle accessoire des adventices de culture.

Cependant dans le détail, il semble que la flore adventice « post-messicole » ait joué un rôle accessoire sur la microflore fongique superficielle. C'est ce qui ressort de la lecture du tableau n° IV en comparant la fréquence de la mycoflore des horizons 0 et 5 cm, suivant la nature des parcelles. La mycoflore est beaucoup plus dense à la surface qu'à 5 cm de profondeur dans les parcelles fumées, alors que le phénomène inverse s'observe dans les parcelles sans engrais. Or, dans ces dernières, le sol reste largement dénudé après la moisson du fait de la pauvreté de la flore adventice ; la mycoflore qui avait déjà tendance à se réduire dans les

couches superficielles par suite de la forte insolation de l'été, n'a pu rattraper à la date du 16 novembre le retard d'activité qu'elle avait subi.

Par contre dans les parcelles fumées, où la surface du sol se trouve protégée par un tapis très dense de *Polygonum aviculare*, cette perte d'activité estivale s'est trouvée limitée à la faveur d'un microclimat superficiel plus favorable.

### III. — INFLUENCE DES FACTEURS CLIMATIQUES

#### A. — Humidité du sol.

TABLEAU V

*Influence de l'humidité sur le relèvement de la fréquence  
entre le 6 septembre et le 16 novembre 1955*

##### 1° En fonction de la profondeur

5 cm.	augmentation de fréquence	148 %
15 cm.	augmentation de fréquence	117 %
20 cm.	augmentation de fréquence	104 %
40 cm.	augmentation de fréquence	11 %

Remarque : (l'horizon 0 n'a été étudié qu'en Novembre et ne peut faire l'objet de comparaisons : c'est lui de toutes façons le plus riche en nombre de colonies).

##### 2° En fonction de la fumure

Fumier	augmentation de fréquence	158 %
NPK	augmentation de fréquence	70 %
S. E. 1902	augmentation de fréquence	96 %
S. E. 1875	augmentation de fréquence	80 %

Au 16 novembre, sur les parcelles à blé, les pluies d'automne ont provoqué un accroissement de fréquence qui nous a obligé de pratiquer la concentration du 1/2 000<sup>e</sup> dans les boîtes d'isolement. Par rapport au prélèvement du 6 septembre sur la même parcelle le nombre de colonies isolées s'est accru de 100 p. 100 (3 023 colonies contre 1 516) ; par contre, le nombre des espèces isolées n'a pas sensiblement varié (96 espèces contre 89). Par rapport aux prélèvements réalisés le 9 juin et le 30 septembre sur les parcelles à betteraves, l'accroissement de fréquence est respectivement de 31 p. 100 et de 184 p. 100 ; comme, dès le mois de décembre, nous verrons qu'il y a une réduction du nombre des colonies, nous pouvons conclure que l'automne constitue la période optimum de développement de la mycoflore.

Dans le détail, cet accroissement est surtout accusé dans la parcelle à fumier (voir tableau V-2°). Le relèvement de fréquence le moins sensible se situe dans la parcelle NPK que l'on peut donc considérer comme plus épuisée que la parcelle à fumier. En fonction de la profondeur (tableau V-1°) le relèvement de la fréquence des différents niveaux est

le reflet très exact du degré d'infiltration des eaux de pluie ; ceci explique que l'optimum de développement toujours régulièrement situé à 10 cm de profondeur dans les prélèvements antérieurs se manifeste au mois de novembre dans l'horizon 5 cm et même dans l'horizon 0 cm. Pour les mêmes raisons le niveau 40 cm non encore touché par les eaux d'infiltration n'a pas modifié sa fréquence.

Ainsi le facteur humidité semble être un facteur plus limitant du développement de la mycoflore que le facteur température.

La comparaison des tableaux VI et VII résumée dans le graphique II, figurant le profil de la mycoflore des 4 parcelles étudiées suivant la profondeur à 2 mois d'intervalle illustre l'influence de l'humidité sur l'ac-

TABLEAU VI

*Prélèvement du 16 novembre parcelle à blé*

Profondeur	Parcelles fumées		Parcelles sans engrais depuis		Total
	Fumier	NPK	1902	1875	
0 cm.....	460 (1)	346	194	140	1 140 (2)
5 cm.....	315 (1)	280	212	174	981 (2)
10 cm.....	268	248 (230) (4)	212	166	894
20 cm.....	244	272 (232)	154	114	784
40 cm.....	77 (47) (4)	70 (36)	115 (29)	102 (37)	364
Total, excepté 0 cm.....	904 (2)	870	693	556	3 023 (3)

(1) : nombre de colonies correspondant à 5 mg.

(2) : nombre de colonies correspondant à 20 mg.

(3) : nombre de colonies correspondant à 80 mg.

(4) : nombre de colonies (excepté *Penicillium lilacinum*)

TABLEAU VII

*Prélèvement du 6 septembre : parcelle à blé*

Profondeur	Parcelles fumées		Parcelles sans engrais depuis		Total
	Fumier	NPK	1902	1875	
0 cm.....	non réalisé		non réalisé		
5 cm.....	113 (1)	141	85	55	394 (2)
10 cm.....	108 (1)	130 (120) (4)	96	77	411 (2)
20 cm.....	90	152 (124)	85	56	383
40 cm.....	38 (28) (4)	84 (29)	86 (16)	120 (39)	328
Total .....	349 (2)	507	357	308	1 516

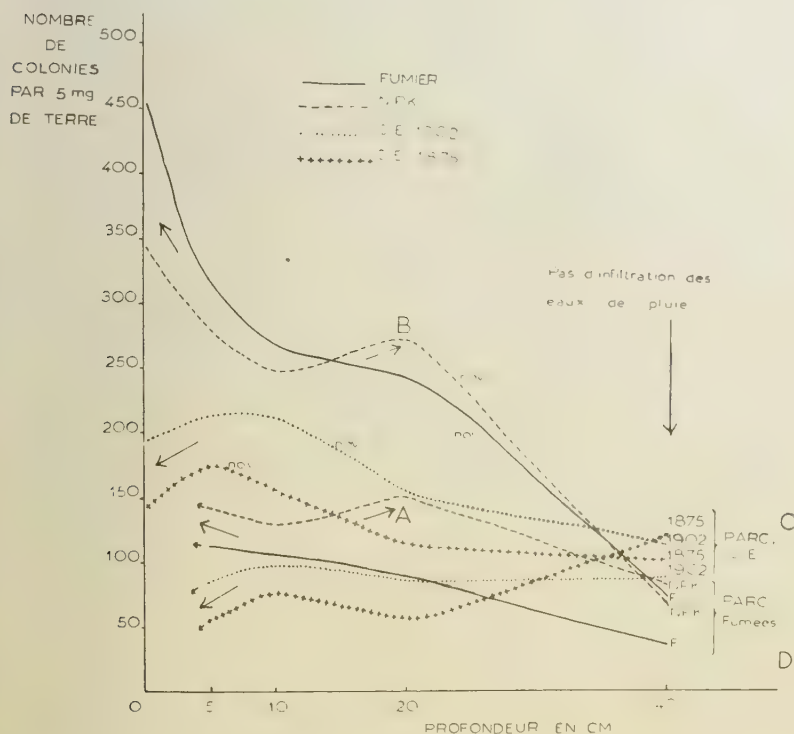
(1) : nombre de colonies correspondant à 5 mg.

(2) : nombre de colonies correspondant à 20 mg.

(3) : nombre de colonies correspondant à 80 mg.

(4) : nombre de colonies (excepté *Penicillium lilacinum*)

tivité de la mycoflore et en particulier le comportement totalement opposé des mycoflores des parcelles fumées d'une part, et sans engrais d'autre part, entre 0 et 10 cm de profondeur. Ceci s'explique par la couverture du sol différente dans les 2 cas (comme l'indiquent les flèches du graphique II).



GRAPHIQUE II. — Influence de l'humidité du sol entre septembre et novembre.

Mais ce graphique met en évidence quelques particularités nouvelles :

1° le relèvement de fréquence en A (20 cm — parcelle NPK — 6 sept.) qui semblait correspondre à une anomalie à ne pas retenir, s'est confirmé en B (20 cm parc. NPK — 16 nov.) au mois de novembre. On remarque que si l'on met à part les colonies de *Penicillium lilacinum* ce relèvement de fréquence disparaît.

2° les parcelles sans engrais sont plus riches à 40 cm que les parcelles fumées (voir le graphique en C et D) ; comme précédemment c'est à *Penicillium lilacinum* que l'on doit imputer ce phénomène.

## B. — Température.

### 1° Premiers froids

Le tableau VIII montre que les premiers froids entre le 16 novembre et le 6 décembre (époque du labour) ont déterminé une réduction de fréquence se chiffrant à 28 p. 100 dans la parcelle NPK et 13 p. 100

TABLEAU VIII

*Influence de l'abaissement de la température  
entre le 16 nov. et le 6 déc.*

Profondeur	Parcelle NPK		Parcelle depuis 1902	
	16 Nov.	6 Déc.	*16 Nov.	6 Déc.
0 cm. ....	346 *	188	194	142
10 cm. ....	248	232	212	194
20 cm. ....	272	204	154	148

\* Nombre de colonies correspondant à 5 mg de terre

dans la parcelle sans engrais depuis 1902 ; la réduction est proportionnelle à l'activité initiale de la mycoflore : une mycoflore à grande activité est relativement plus touchée qu'une mycoflore à faible vitalité. Dans le détail la réduction est plus grande à 0 qu'à 10 cm (voir tableau IX).

TABLEAU IX

*Réduction de la fréquence entre le 16 nov. et le 6 déc.*

Parcelle	Profondeur	Réduction	Réduction moyenne
NPK .....	0	45 %	28 %
	10	6 %	
	20	25 % (1)	
SE depuis 1902 .....	0	27 %	13 %
	10	8 %	
	20	4 % (2)	

(1) Due surtout à la réduction de *Penicillium lilacinum* (60 %).

(2) Cependant réduction de *Penicillium lilacinum* (76 %).

La réduction du nombre total des colonies dans les couches supérieures les premières atteintes par le refroidissement se comprend aisément. En fait si la majorité des espèces est nettement en régression (en particulier les *Penicillium*, surtout *P. lilacinum*) d'autres au contraire loin de se réduire voient le nombre de leurs colonies continuer à croître à cette date (c'est le cas des Mélanconiales et Sphaeropsidales).

## 2° Période de gel prolongé

L'hiver 1955-1956 a été caractérisé par un mois de janvier relativement doux et humide pendant lequel la mycoflore n'a pas dû enregistrer de réduction notable (au contraire peut-être) ; brusquement dès le mois de février a suivi une période de grand froid, le sol est resté gelé pendant 1 mois, le gel ayant gagné les horizons au-delà de 40 cm de profondeur. Une réduction considérable de l'activité de la mycoflore a été enregistrée : (tableau X) elle se chiffre suivant les parcelles par une réduction par rapport au 16 novembre :

de 50 p. 100 dans la parcelle NPK ;

de 60 p. 100 dans la parcelle sans engrais depuis 1902.

TABLEAU X

*Influence du gel entre le 16 nov. 1955 et le 2 mars 1956*

Profondeur	Parcelle NPK		Parcelle S. E. depuis 1902	
	16 Nov. 1955	2 Mars 1956	16 Nov. 1955	2 Mars 1956
0 cm.....	346 *	124	194	108
10 cm.....	248	300	212	52
20 cm.....	272	4	154	68
40 cm.....	70	14	115	6

\* Nombre de colonies correspondant à 5 mg de terre.

Ainsi cette dernière a souffert davantage des effets du gel que la parcelle NPK qui pourtant au 16 décembre avait enregistré plus nettement les premiers abaissements de la température. On peut supposer que le gel lui-même a été moins intense dans les parcelles où la solution du sol doit être plus concentrée, cependant la nuance n'est pas très significative.

La réduction du nombre des colonies en fonction de la profondeur est beaucoup plus significative. Il y a dans les deux cas une cassure brutale dans le profil (comme l'indiquent les flèches du tableau X), située à 20 cm dans la parcelle NPK et à 40 cm dans la parcelle sans engrais. La réduction de fréquence pour l'ensemble des horizons 40 cm (NPK et SE. depuis 1902) est de l'ordre de 90 p. 100, et de 98 p. 100 dans l'horizon 20 cm de la parcelle NPK, alors qu'il n'est que de 50 p. 100 dans le même horizon de la parcelle sans engrais.

En résumé les parcelles à NPK ont réagi plus nettement aux premiers abaissements de la température, elles ont mieux résisté à la période de gel dans leurs couches supérieures, et beaucoup moins dans les couches

moyennes que les parcelles sans engrais ; dans les 2 cas l'horizon 40 cm a été très touché.

Il y a certainement des relations entre la résistance au froid et la structure physico-chimique du sol des différents horizons prospectés.

### 3<sup>o</sup> Période du dégel

Afin de confirmer et compléter les résultats dus à l'influence du gel, des prélèvements réalisés le 16 mars sur les parcelles à Fumier, à NPK et SE. depuis 1875, nous ont révélé que des changements de fréquence considérables étaient intervenus en 15 jours. Les tableaux XI et XII bien que fragmentaires illustrent ce phénomène : les chiffres encadrés du tableau XI montrent qu'en 15 jours le relèvement de fréquence est considérable.

TABLEAU XI

*Influence du dégel sur la mycoflore (mars 1956)*

Profondeur	Parcelle :							
	Fumier		NPK		S. E. depuis 1902		S. E. depuis 1875	
	2 Mars	16 Mars	2 Mars	16 Mars	2 Mars	16 Mars	2 Mars	16 Mars
0 cm .....	—	160 *	124	—	108	—	—	78
10 cm .....	—	290	300	338	52	—	—	140
20 cm .....	—	238	4	—	68	—	—	122
40 cm .....	—	100	14	122	6	132	—	126
80 cm .....	—	36	—	32	—	48	—	52

\* Nombre de colonies correspondant à 5 mg de terre.

TABLEAU XII

*Influence des facteurs climatiques de l'automne 1955 au printemps 1956 sur la mycoflore dans les 4 parcelles*

Parcelles	16 Nov.	6 Déc.	2 Mars	16 Mars
Fumier .....	972 *	—	—	688
NPK .....	866	624	428	—
SE depuis 1902 .....	560	484	228	—
SE depuis 1875 .....	420	—	—	340

\* Nombre de colonies correspondant à 15 mg de terre (horizons : 0 — 10 — 20 cm.).

La reprise d'activité est donc beaucoup plus brutale que ne l'avait été le ralentissement sous l'action du froid. L'horizon 80 cm n'avait pu être prospecté le 2 mars, le sol étant trop fortement gelé au-delà de 40 cm ; le nombre des colonies isolées dans chaque parcelle, après le dégel, à 80 cm est aussi élevé que ceux des prélèvements antérieurs ; ou bien cet horizon n'a pas été touché par le gel, ou bien il présente un relèvement brutal d'activité comparable à celui observé à 40 cm.

#### IV. — BIOLOGIE PARTICULIÈRE DE DEUX ESPÈCES DE *PENICILLIUM*

##### A. — *Penicillium lilacinum*

Nous avons déjà insisté sur l'importance de cette espèce : elle représente à elle seule environ 18 p. 100 des colonies isolées, sa fréquence s'élève à mesure que la profondeur augmente, à tel point qu'à partir de 40 cm elle représente 80 à 90 p. 100 des espèces isolées.

Il s'en suit que très souvent l'effet des facteurs écologiques sur sa fréquence masque en partie l'effet de ces mêmes facteurs à l'égard des autres espèces. Son comportement vis-à-vis de la fumure et de la profondeur est particulièrement intéressant. Le tableau XIII et le gra-

TABLEAU XIII

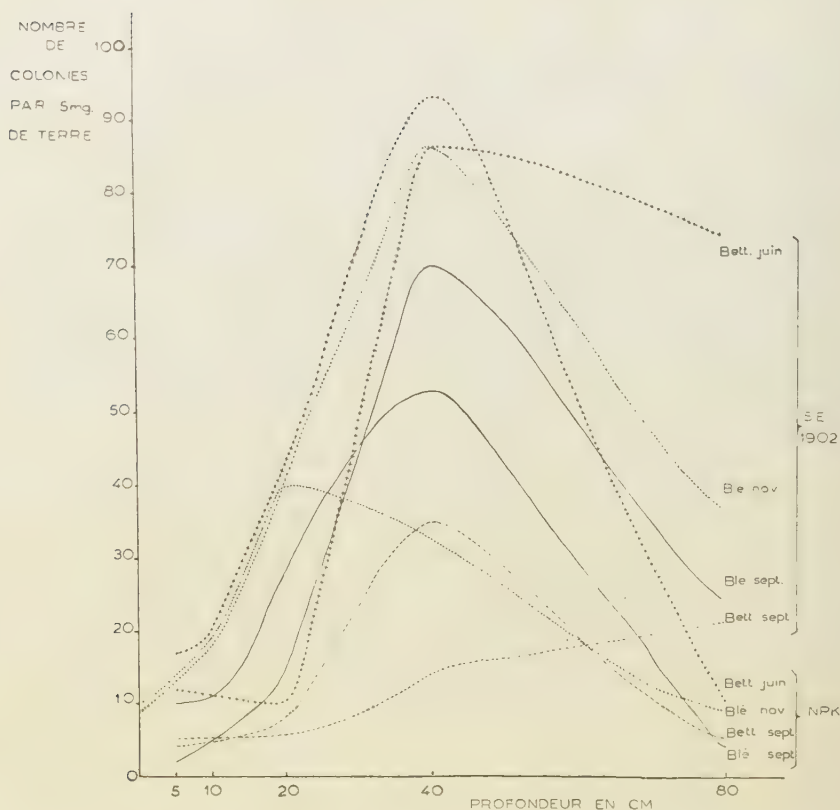
*Profils de Penicillium lilacinum*  
*en fonction de la profondeur et de la date de prélèvement*

Profondeur	Parcelle N. P. K.				Parcelle S. E. depuis 1902			
	9 Juin	6 Sept.	30 Sept.	16 Nov.	9 Juin	6 Sept.	30 Sept.	16 Nov.
0 cm.....	—	—	—	10	—	—	—	8
5 cm.....	17*	10	4	14	12	2	5	32
10 cm.....	13	10	9	18	11	5	6	20
20 cm.....	41	28	5	40	10	14	5	36
40 cm.....	93	53	35	34	86	70	14	86
80 cm.....	—	4	5	9	74	24	21	36

(\*) Nombre de colonies correspondant à 5 mg. de terre.

phique III montrent que *Penicillium lilacinum* prolifère mieux dans les horizons supérieurs (0 à 20 cm) de la parcelle NPK, que dans les mêmes horizons de la parcelle SE. depuis 1902. A 40 cm, sa fréquence est sensiblement la même, mais en deçà de 40 cm elle décroît brutalement dans la parcelle NPK tandis qu'elle se maintient ou s'atténue à peine dans la parcelle SE. Une hétérogénéité du sol de l'horizon 80 cm de la parcelle NPK ne peut être envisagée car l'échantillonnage y est assez varié et le phénomène de régression de fréquence s'est toujours reproduit égal à lui-même. D'autre part, le même phénomène s'est manifesté dans la parcelle à fumier (tableau XIV).

Ce comportement laisse supposer que *Penicillium lilacinum* doit faire partie avec quelques autres espèces de la microflore actuelle, de la microflore fongique spontanée ancestrale du limon argilo-calcaire avant l'installation de toute culture. Le profil actuel que cette espèce présente dans les parcelles sans engrais, serait le plus proche de ses affinités propres.



GRAPHIQUE III. — *Penicillium lilacinum* dans la parcelle NPK et la parcelle S. E. depuis 1902, entre septembre et novembre.

TABLEAU XIV

*Profil de Penicillium lilacinum dans les 4 parcelles suivant la profondeur pour l'ensemble des 4 prélèvements (9 juin — 6 sept. — 30 sept. — 16 nov.)*

Parcelle	Profondeur en cm					
	5	10	20	40	80	Total
Fumier.....	39*	28	62	78	12	219
N. P. K.....	45	50	114	215	24	448
S. E. 1902.....	51	42	65	256	155	569
S. E. 1875.....	27	33	54	207	130	451
Total.....	162	153	295	756	321	1687

(\*) Nombre de colonies correspondant à 20 mg de terre.

Cette espèce serait facilement inhibée, ce qui expliquerait sa préférence pour les horizons profonds à faible concurrence vitale ; par contre dans les parcelles à fumier où la compétition fongique atteint son optimum, son développement se trouverait entravé. La prédilection pour une fumure minérale que *Penicillium lilacinum* possède (en commun, d'ailleurs, avec tous les autres *Penicillium*) lui assure un développement appréciable dans les horizons supérieurs des parcelles NPK. En effet de nombreux auteurs ont reconnu que cette espèce préférerait les milieux où la décomposition de la matière organique est à un stade avancé, et présentait une affinité très marquée pour solutions minérales même concentrées. Le comportement de *Penicillium lilacinum* dans les parcelles Déhérain se résume ainsi en quatre points essentiels, en accord avec les observations ci-dessus (tableau XIV).

1° minimum de fréquence dans les parcelles à fumier.

2° optimum de fréquence dans les horizons profonds où la minéralisation de la matière organique est plus poussée, sauf à 80 cm dans les parcelles fumées.

3° développement appréciable en surface dans la parcelle à fumure minérale NPK.

4° La réduction extrême de fréquence à 80 cm localisée dans les parcelles fumées est beaucoup plus mystérieuse. Peut-être s'agirait-il d'un écotype à exigences minérales acquises par l'application répétée depuis très longtemps d'une fumure sur ces parcelles dont les horizons profonds ne seraient plus assez riches pour satisfaire ses nouvelles exigences ? On pourrait incriminer l'appauvrissement exagéré de ces horizons aux fortes récoltes exportées sur les parcelles fumées tandis que les faibles récoltes exportées des parcelles SE auraient beaucoup moins appauvri les couches profondes. L'étude des parcelles déséquilibrées nous renseignera sur sa sélectivité éventuelle à l'égard des éléments de la fumure minérale. Étant donnée la haute fréquence que présente cette espèce dans le sol il sera essentiel d'y préciser son rôle biologique.

#### B. — *Penicillium canescens*

Dans cet ordre d'idée, il semble que *Penicillium canescens*, espèce à grande fréquence, ait un comportement opposé à celui de *Penicillium lilacinum* (tableau n° XV).

1° maximum de fréquence dans les parcelles fumées (Fumier et NPK).

2° maximum de fréquence en surface (0 — 5 cm) ;

3° réduction très nette de fréquence dans les parcelles sans engrais.

4° Élimination totale dès 40 cm de profondeur. L'étude du rôle de cette espèce dans la dégradation de la matière organique, sera intéressante à envisager.

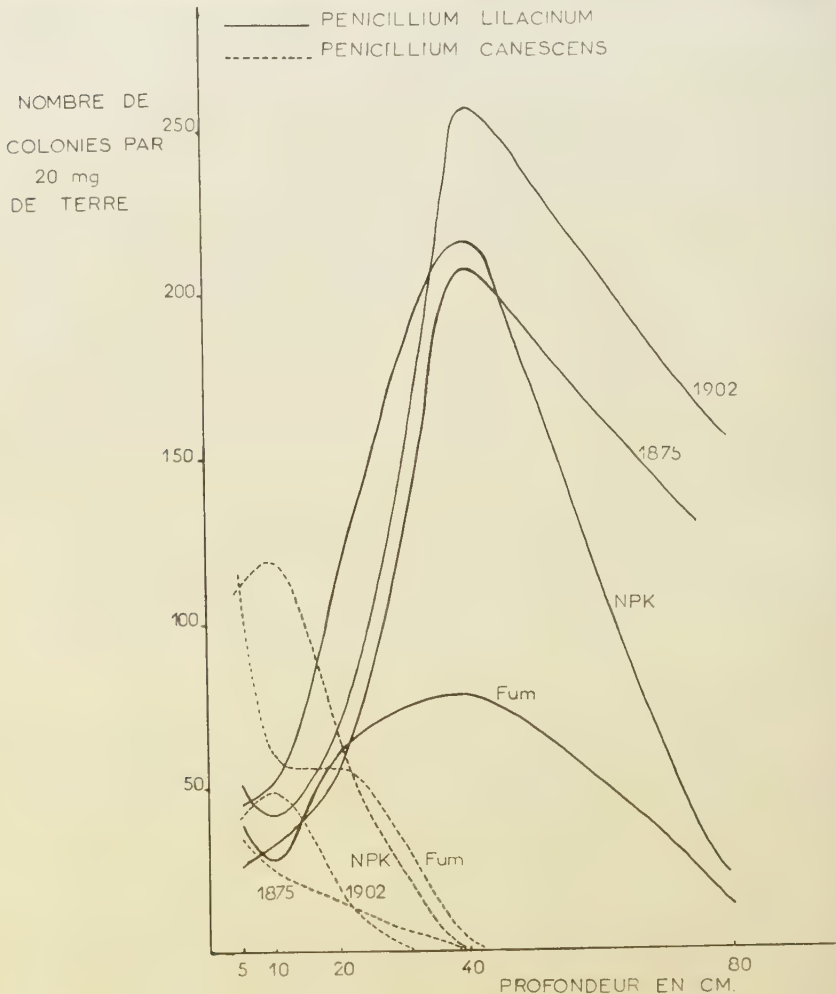
Le comportement de ces 2 espèces est illustré dans le graphique IV.

TABLEAU XV

*Profil de Penicillium canescens dans les 4 parcelles  
suivant la profondeur pour l'ensemble des 4 prélèvements*

Parcelle	Profondeur en cm					
	5	10	20	40	80	Total
Fumier .....	115*	57	57	2	0	231
N. P. K. ....	111	119	66	0	0	296
S. E. 1902 .....	40	49	18	0	0	107
S. E. 1875 .....	34	24	18	0	0	76
Total .....	300	249	159	2	0	710

(\*) Nombre de colonies correspondant à 20 mg de terre.



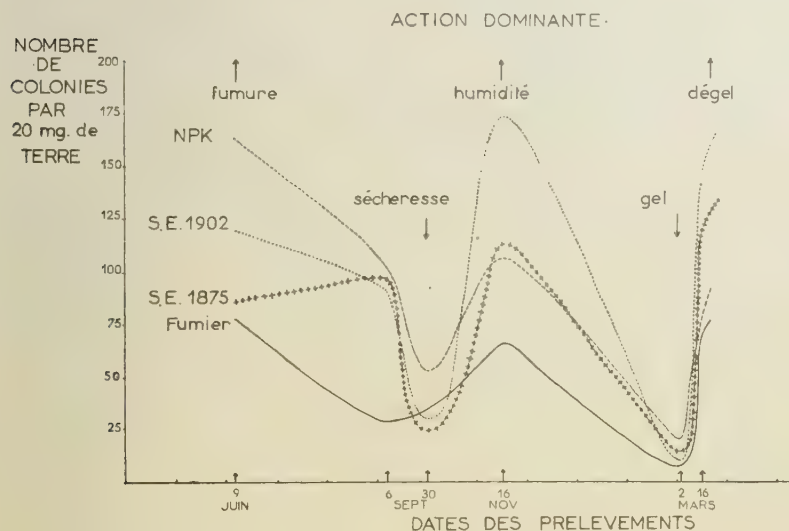
GRAPHIQUE IV. — Profils comparés de *Penicillium lilacinum* et de *Penicillium canescens* dans les 4 types de parcelles.

## V. — ÉVOLUTION ANNUELLE DE LA MYCOFLORE. CONCLUSIONS

Il est possible de résumer l'évolution annuelle de la mycoflore des différentes parcelles en traçant les courbes de fréquence d'une espèce type telle que *Penicillium lilacinum* en fonction de la nature des parcelles, et de la date des prélèvements échelonnés du 9 juin 1955 au 16 mars 1956.

Le graphique V et le tableau XVI résument l'action des facteurs climatiques, et culturaux :

— l'influence favorable de la fumure minérale sur *Penicillium lila-*



GRAPHIQUE V. — Évolution de la fréquence de *Penicillium lilacinum* sous l'action de différents facteurs climatiques.

TABLEAU XVI

*Influence de la saison sur le développement de  
Penicillium lilacinum dans les 4 parcelles*

Parcelles	Dates des prélèvements 1955				1956	
	9 Juin	6 Sept.	30 Sept.	16 Nov.	2 Mars	16 Mars
Fumier .....	78*	29	34	66	—	70
N. P. K.....	164	101	53	106	20	—
S. E. depuis 1902 .....	119	91	30	174	10	—
S. E. depuis 1875 .....	86	98	24	113	—	120

(\*) Nombre de colonies correspondant à 20 mg de terre (4 horizons : 5 — 10 — 20 — 40 cm).

*cinum* s'exerce surtout en début d'année et s'amenuise sensiblement par la suite.

— *l'humidité* peut être considérée comme le facteur le plus prépondérant, puisque l'optimum de fréquence se situe au mois de novembre, alors qu'à ce moment la température est loin d'être optimum.

— *la température* devient limitante pour le développement de *Penicillium lilacinum*, lorsqu'elle atteint des valeurs critiques (trop élevée en entraînant une dessiccation du sol, trop basse en provoquant un gel prolongé). Mais dès qu'elle devient compatible, sans atteindre son optimum réel et pourvu que l'humidité soit satisfaisante, la mycoflore présente un développement normal.

Le réveil brutal de l'activité des champignons du sol au moment du dégel montre des analogies avec le comportement des plantes ; peut être n'est-il pas exagéré de penser que le froid exercerait sur les champignons la même action stimulante (sur le développement végétatif du mycelium, sur le déclenchement suivi du réveil des formes de conservation) qu'il possède à l'égard des végétaux supérieurs ?

Comme nous l'avions déjà indiqué, il se confirme que *les facteurs climatiques agissent directement et rapidement* sur l'activité de la microflore fongique des sols cultivés ; par contre *les facteurs liés à la culture (assolement, labour, fumure) ont des effets à longue échéance* qui interfèrent d'année en année et que seules des parcelles homogènes, recevant des traitements constants et répétés, peuvent mettre en évidence.

## VI. — RÉSUMÉ

Le labour produit une perturbation de la fréquence de la mycoflore des divers horizons du sol. Le renversement est de courte durée et rapidement les diverses espèces reprennent leur place.

L'analyse de la mycoflore à l'horizon zéro permet de dire qu'il y a une solution de continuité entre la surface et la profondeur tout au moins pour un grand nombre d'espèces fongiques.

Entre les diverses parcelles il y a une très grande différence dans la nature, la qualité et la quantité des débris végétaux apportés au sol (reliquat des cultures, des adventices...). Malgré cette différence la culture du blé et surtout la rotation biennale entraîne une homogénéisation de la mycoflore du sol. On n'observe que des modifications d'ordre quantitatif qui sont en rapport avec le degré d'épuisement du sol de chaque parcelle. La mycoflore du sol suit les fructuations de la végétation de surface.

La mycoflore de surface est plus riche dans les parcelles fumées que dans les parcelles sans engrais. Les parcelles ayant reçu du fumier sont également plus riches que celles ayant reçu NPK.

La flore adventice post-messicole des parcelles fumées est différente, plus importante et plus dense que celle des parcelles sans engrais. Cette protection créant un microclimat plus humide, dans les couches supérieures, est la cause des différences notées dans la mycoflore de surface des diverses parcelles.

Le facteur humidité est plus limitant que le facteur température. Il est la cause principale de la fructuation des courbes des fréquences dans le courant de l'année.

En ce qui concerne la température, il faut noter que les premiers froids ont provoqué une réduction du nombre des colonies dans les couches supérieures (surtout chez les *Penicillium*). Les *Melanconiales* et les *Sphaeropsidales* sont moins sensibles. La période de grand froid a entraîné une réduction considérable de l'activité fongique. La réduction de fréquence a varié de 56 à 98 p. 100 selon les parcelles et les horizons. L'horizon 40 cm a été particulièrement touché.

Le retour d'une température plus élevée a déclenché une reprise brutale de l'activité des champignons du sol.

Dans une communication précédente nous avons insisté sur l'importance de deux espèces de *Penicillium* dans les parcelles étudiées. (*P. lilacinum* et *P. canescens*).

Le comportement de *Penicillium lilacinum* nous a montré ses faibles affinités vis-à-vis des matières organiques et sa préférence très marquée pour les aliments minéralisés. Son inhibition facile serait également l'un des facteurs de sa présence importante en profondeur. De nombreuses espèces disparaissent en effet à partir de l'horizon 40 cm.

*Penicillium canescens* a un comportement opposé à celui de *P. lilacinum*. Cette espèce, avide de matière organique, doit jouer un grand rôle dans la décomposition de la matière organique et dans la formation de l'humus.

L'influence des facteurs climatiques est plus nette et surtout plus rapide que celle des facteurs nutritifs et cultureux.

Reçu pour publication le 15 février 1957.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- GUILLEMAT (J.) et MONTEGUT (J.). Contribution à l'étude de la Microflore fongique des sols cultivés. *Ann. des Épiphyties*, 1956, n° 3, pp. 471-540.



## LES CHAMPIGNONS NUISIBLES AUX SEMIS DE MAIS

## II. — ESSAIS DE TRAITEMENTS DE SEMENCES

PAR

**C. M. MESSIAEN et R. LAFON**

Station de Pathologie Végétale,  
Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, Pont-de-la-Maye (Gironde)

## PLAN DU MÉMOIRE

**Culture du *Gibberella zeae*.**

Choix des souches.

**Méthodes de contaminations artificielles employées pour les essais de désinfectants.**

Contamination en boîte de Pétri.

Contamination en vase clos.

**Essais de fongicides sur *Gibberella zeae*.**

Essais in vitro.

Essais en serre.

Essais en plein champ.

**Influence de divers facteurs sur l'efficacité des produits.***a)* Date de semis.*b)* Influence de la texture du sol.*c)* Phytotoxicité des produits.*d)* Influence de la qualité des grains.**Création d'hybrides résistants.****Indications pratiques.****Résumé.****Références bibliographiques.**

La première partie de cet article (parue dans le numéro précédent des Annales des Épiphyties) donnait un aperçu des divers champignons susceptibles d'attaquer les grains de maïs en germination. Nous avons montré que dans nos régions le parasite le plus fréquent et le plus virulent, qu'on trouve aussi bien sur les grains que dans le sol, est *Gibberella Zeae*. C'est donc contre ce champignon que nos essais de lutte par trai-

tements de semences ont été dirigés. La plupart de nos expériences ont été réalisées avec des grains contaminés artificiellement, nous commencerons donc par décrire les méthodes de contamination employées, à partir de *Gibberella Zeae* en culture pure.

### CULTURE DU GIBBERELLA ZEAЕ

La mise en culture se fait très facilement à partir de périthèces disposés en masse sur du milieu gélosé au jus de prune. Nous avons utilisé également des souches provenant d'épis infectés (souvent moins virulentes) ou d'échantillons de sols.

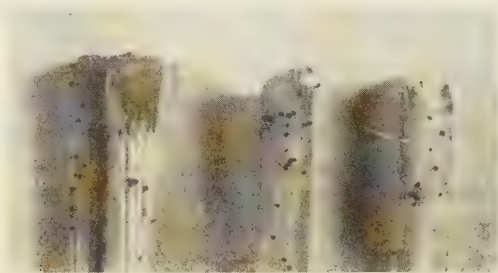


FIG. 1. — Périthèces de *Gibberella Zeae* produits en culture sur pailles stérilisées.

Au bout de quelques jours, on repique sur un milieu plus riche ou bien une deuxième et troisième fois sur jus de prune pour éliminer des bactéries, si cela est nécessaire. La culture, une fois purifiée, est entretenue par des repiquages mensuels sur milieu à la farine de maïs enrichie de maltea, dosé comme suit :

Eau.....	1 litre
Gélose.....	20 g
Farine de maïs.....	50 g
Extrait de Malt.....	5 g

L'extrait de Malt permet une belle pigmentation rouge et jaune du *Gibberella* et autorise ainsi les différenciations de souches, par la couleur.

Des conidies apparaissent en quantité au bout de quelques jours en exposant les cultures à la lumière du jour à l'extérieur, ou devant un tube fluorescent dans la chambre étuve.

Les périthèces sont assez faciles à produire dans la chambre étuve, de la même manière que les conidies, devant un tube fluorescent. Leur apparition est seulement facilitée par la culture du champignon sur un substrat solide. Du papier filtre introduit en accordéon dans les tubes et trempant dans une solution nutritive nous a donné les meilleurs résultats. Nous avons également utilisé avec succès des pailles de céréales (fig. 1), des grains d'orge, des fragments de tiges de maïs.

L'exposition de cultures à la lumière du soleil pendant l'été permet également la formation de périthèces mûrs, mais l'hiver, en serre, on n'a pu obtenir que des périthèces immatures.

### Choix des souches.

Avant d'utiliser une souche pour la contamination, il est nécessaire de connaître exactement sa virulence qui devra être, si possible, très forte. Comme il est difficile de conserver la virulence à une souche cultivée pendant de nombreux mois en milieu artificiel, nous faisons chaque année, à partir d'échantillons prélevés au cours de nos prospections de champs de maïs, des isolements de *G. Zeae* et choisissons parmi eux ceux qui donnent le maximum de virulence après un essai de contamination. Les échantillons ayant servi aux isolements sont numérotés et conservés ; ils permettent de refaire d'autres isolements en cours d'année pour renouveler les souches.

Dans tous les cas, avant son utilisation pour un travail important, il est absolument nécessaire de tester la virulence d'une souche si l'on ne veut pas risquer un échec.

## MÉTHODES DE CONTAMINATIONS ARTIFICIELLES EMPLOYÉES POUR LES ESSAIS DE DÉSINFECTANTS

### Contamination en boîte de Pétri.

On réalise d'abord des cultures en boîte de Pétri sur milieu gélosé à la farine de maïs additionné de jus de prune pour éviter, dans une certaine mesure, les pullulations bactériennes. Il est préférable de faire l'ensemencement de ces boîtes avec une suspension de spores du champignon que l'on étale sur le milieu. On arrive ainsi à avoir très rapidement des cultures homogènes alors que par le procédé d'ensemencement classique, il se développe des zones plus ou moins stériles et, fréquemment, des contaminations accidentelles favorisées par le lent développement du *Gibberella* à partir du point d'ensemencement.

Les boîtes sont ceinturées par une bande de sparadrap de 15 mm pour assurer une meilleure asepsie et placées en chambre étuve à  $+ 23^{\circ} \text{C}$ . Au bout d'une semaine environ, les boîtes sont prêtes à l'emploi. A ce moment toute la surface du milieu est recouverte par le champignon et, selon l'éclairage, il peut y avoir un nombre plus ou moins grand de conidies ; la présence de ces fructifications ne semble pas d'ailleurs nécessaire à la réussite de l'infection.

On prépare alors les grains à contaminer en leur enlevant à l'aide

d'un scalpel une mince tranche de péricarpe et d'albumen sur la partie opposée à leur point d'insertion sur l'épi (fig. 2, A).

Après les avoir trempés dans de l'eau stérile pour les humidifier légèrement, ces grains sont disposés dans les boîtes de Pétri, la face blessée reposant sur le champignon. Il est nécessaire de ménager entre les grains un léger intervalle ; à cause du taux hygrométrique élevé de l'intérieur de la boîte, les grains gonflent et, sans cette précaution, l'arrangement se désorganise au détriment de l'homogénéité de l'infection. Selon la variété, une boîte de 10 cm de diamètre permet la contamination de 80 à 100 grains de maïs (fig. 2, B).

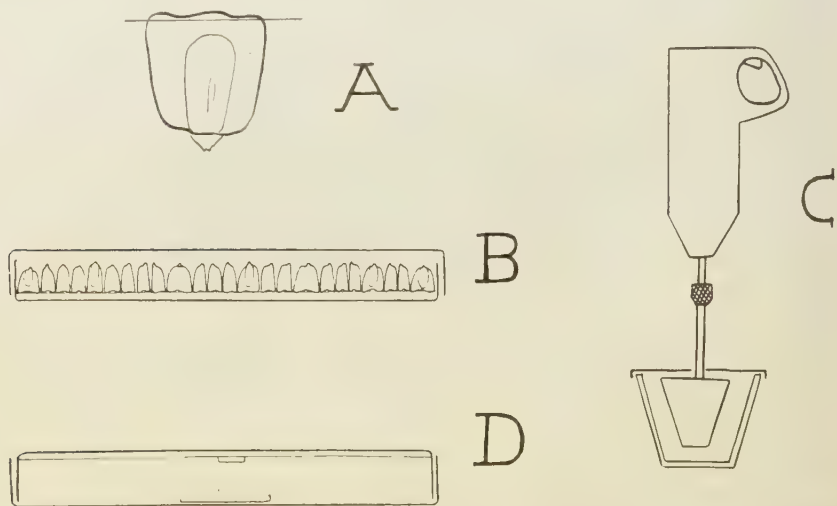


FIG. 2. — A. Grain de maïs préparé pour la contamination en boîte de Pétri. — B. Contamination de grains en boîte de Pétri. — C. Appareil pour le « limage » des grains de maïs. — D. Essai d'un fongicide par volatilité.

Après cette mise en place des grains dans la boîte, on replace le couvercle et le sparadrap, puis le matériel est remis en chambre étuve à  $+ 23^{\circ}\text{C}$ . Au bout de 24 heures, on réduit la température à  $18^{\circ}$ , cela pendant trois jours. A ce moment, la germination du maïs commence et c'est là un seuil qu'il ne faut pas dépasser si l'on veut conserver un certain temps les grains contaminés. En effet, la petite gemmule ne supporte pas la dessiccation et elle est très sensible aux manipulations.

On arrête cette germination en enlevant les grains des boîtes et en les étalant sur du papier d'herbier à sec, à  $18^{\circ}$ , où probablement la pénétration du champignon dans le grain se poursuit un peu. Au cours de cette opération, on élimine les grains trop germés.

Lorsque le séchage est terminé, le stock de grains contaminés peut être conservé et utilisé au fur et à mesure des besoins.

Cette méthode de contamination est la première que nous avons mise au point. Elle permet une réussite de l'infection de 80 p. 100 dans les meilleures conditions, ce qui est de beaucoup supérieur aux conditions naturelles et facilite les études comparatives. Nous lui devons notre première démonstration en plein champ de l'efficacité de certains fongicides contre *G. Zeae*. Lors de cette expérience nous avions préparé, selon cette méthode, plus de 10 000 grains de W. 355.

Pour les grandes expériences son emploi est fastidieux et prend beaucoup de temps. Nous avons été amenés tout naturellement à l'améliorer dans le sens d'un meilleur rendement et d'un contrôle plus rigoureux du niveau de la contamination.

### Contamination en vase clos.

C'est la troisième méthode décrite dans la première partie de cet article. Son idée directrice est la même que pour la précédente : pratiquer de petites blessures sur le grain et le mettre au contact du champignon, celui-ci devant pénétrer et s'installer à la faveur de ces ouvertures et d'une incubation de quelques jours.

Le coup de scalpel est remplacé par un léger passage des grains contre une meule émeri, le contact et l'incubation avec le champignon en boîte de Pétri par un trempage dans un broyat de culture gélosée en suspension dans l'eau et le stockage à  $+ 23^{\circ}$  C dans des bocaux.

Après avoir utilisé différents appareils de fortune, le meilleur moyen pour réaliser le limage des grains consiste à les passer durant une minute dans un récipient tronconique à l'intérieur duquel tourne une meule émeri à grain fin, de forme également tronconique, entraînée par une perceuse électrique ou tout autre appareillage permettant une vitesse de rotation de l'ordre de 6 à 700 tours-minute (fig. 2, C). Les grains ne sont pas brisés, mais seulement pourvus de légères éraflures. Après cette préparation, la semence est aseptisée par trempage une minute dans un bain d'alcool à  $95^{\circ}$ , suivi immédiatement d'un rinçage soigneux à l'eau du robinet qui — comme nous l'avons constaté ici — est pratiquement dépourvue de spores de champignons.

On égoutte rapidement, puis on immerge les grains dans un inoculum constitué de la façon suivante : dans un litre d'eau, on ajoute le contenu de trois tubes de culture  $18 \times 180$  du champignon sur milieu gélosé que l'on passe au « mixer » de manière à obtenir une suspension homogène à particules fines.

Le nombre de tubes dépend de l'importance de la contamination.

Il est préférable que l'immersion des grains ait lieu dans le récipient lui-même. Si, par exemple, pour faciliter leur manipulation on utilise une étamine, celle-ci jouant un rôle de filtre ne permet pas le passage

des éléments de la suspension gélosée, et, de ce fait, la semence ne bénéficie pas du contact recherché avec le champignon. Il faut, si l'on tient à ce procédé, utiliser un grillage métallique à mailles d'au moins un millimètre.

L'immersion ne demande pas beaucoup de temps, il suffit de quelques secondes pour réaliser un enrobage soigneux.

On égoutte ensuite l'inoculum et les grains restent dans les récipients dont la fermeture n'a pas besoin d'être hermétique. Nous employons des bocaux pour conserve ménagère après avoir enlevé le joint de caoutchouc. Entre les grains et le couvercle rabattu, on dispose un tampon de coton hydrophile imbibé du jus de culture ayant servi comme inoculum. Les bocaux sont placés à la chambre étuve à  $+ 23^{\circ}\text{C}$  pendant 70 heures. L'humidité étant moins grande dans les bocaux que dans les boîtes de Pétri (méthode décrite précédemment), il n'est pas nécessaire de réduire la température pour ralentir la germination. Cependant, au bout de ce délai, les grains au contact du tampon de coton commencent à germer et il faut les éliminer lors de la mise au séchage qui a lieu sur du papier d'herbier au laboratoire, à  $18^{\circ}$ , ou sur du grillage de garde-manger maintenu au-dessus du sol. Cette méthode permet la contamination d'une quantité relativement importante de semence de maïs. En 1954 et 1955, nous l'avons utilisée pour la préparation de 150 kg de semence nécessaire à notre programme d'essais en plein champ.

On peut estimer que la méthode de contamination en boîte de Pétri reproduit les conditions d'un lot de semence fortement contaminé par *Gibberella Zeae*, provenant d'épis malades. Dans d'autres expériences, nous avons utilisé des grains simplement « limés » sans les contaminer. Dans ce cas, les dégâts observés au semis proviennent des champignons du sol qui pénètrent plus facilement dans de tels grains. Les grains contaminés en « vase clos » sont dans une situation intermédiaire. On verra que ces différentes conditions de contamination influent sur les performances relatives des divers fongicides employés.

## ESSAIS DE FONGICIDES SUR GIBBERELLA ZEAЕ

### Essais in vitro.

Nous avons étudié l'action de quelques produits susceptibles d'être employés comme désinfectants de semences de maïs. Les travaux ont porté sur deux points :

- a) **action du produit par dilution dans le milieu de culture ;**
- b) **action du produit par volatilité.**

Dans le premier cas, nous avons ensemencé le champignon en tubes, sur milieu gélosé à l'extrait de Malt, contenant une quantité connue du

produit à tester. Les notations étaient faites trois et cinq jours après l'ensemencement en traçant à l'encre de Chine sur le tube la limite de la colonie mycélienne.

Pour chaque produit, nous avons adopté une échelle de concentrations aussi étendues que possible afin de connaître la courbe d'action. Les courbes de la figure 3 donnent les résultats d'une expérience d'action de produits par dilution.

Dans le second cas, où nous voulions connaître la volatilité des produits, nous avons opéré avec des boîtes de Pétri, et au lieu d'ajouter le produit dans le milieu, nous l'avons disposé en quantité importante dans une petite coupelle d'aluminium (ou de verre<sup>(1)</sup>) pour les produits mercuriques) au fond de la boîte de Pétri ensemencée et renversée. Avec ce dispositif, le champignon n'avait aucun contact avec le désinfectant et seule la volatilité pouvait jouer un rôle sur le développement mycélien. La fig. 2, montre, en coupe, la boîte de Pétri une fois préparée (D).

Les notations sont effectuées de la même manière que précédemment. On prend comme mesure la différence entre les diamètres moyens du troisième et du cinquième jour, soit un chiffre représentant l'accroissement en 48 heures.

Le tableau suivant donne les résultats d'une de ces expériences.

TABLEAU I  
*Action de quelques produits par volatilité*

Produit employé	Croissance du champignon (Témoin : 100)
T.M.T.D. ....	100
Silicate de méthoxyéthylmercure..	0
Acétate de phénylmercure .....	9
Captane .....	93
Chloranil .....	40
Nabame .....	52
Oxychlorure de cuivre .....	104

On voit que certains produits comme le T.M.T.D. n'ont aucune action par volatilité, bien qu'ils soient d'excellents fongicides de contact. L'action fongicide par volatilité semble être surtout l'apanage des mercuriques.

### Essais en serre.

Les résultats obtenus in vitro au laboratoire ne sont pas suffisants pour donner une indication définitive de la valeur d'un produit. Les essais en serre complètent heureusement le travail de laboratoire et per-

(<sup>1</sup>) Les produits mercuriques attaquent l'aluminium.

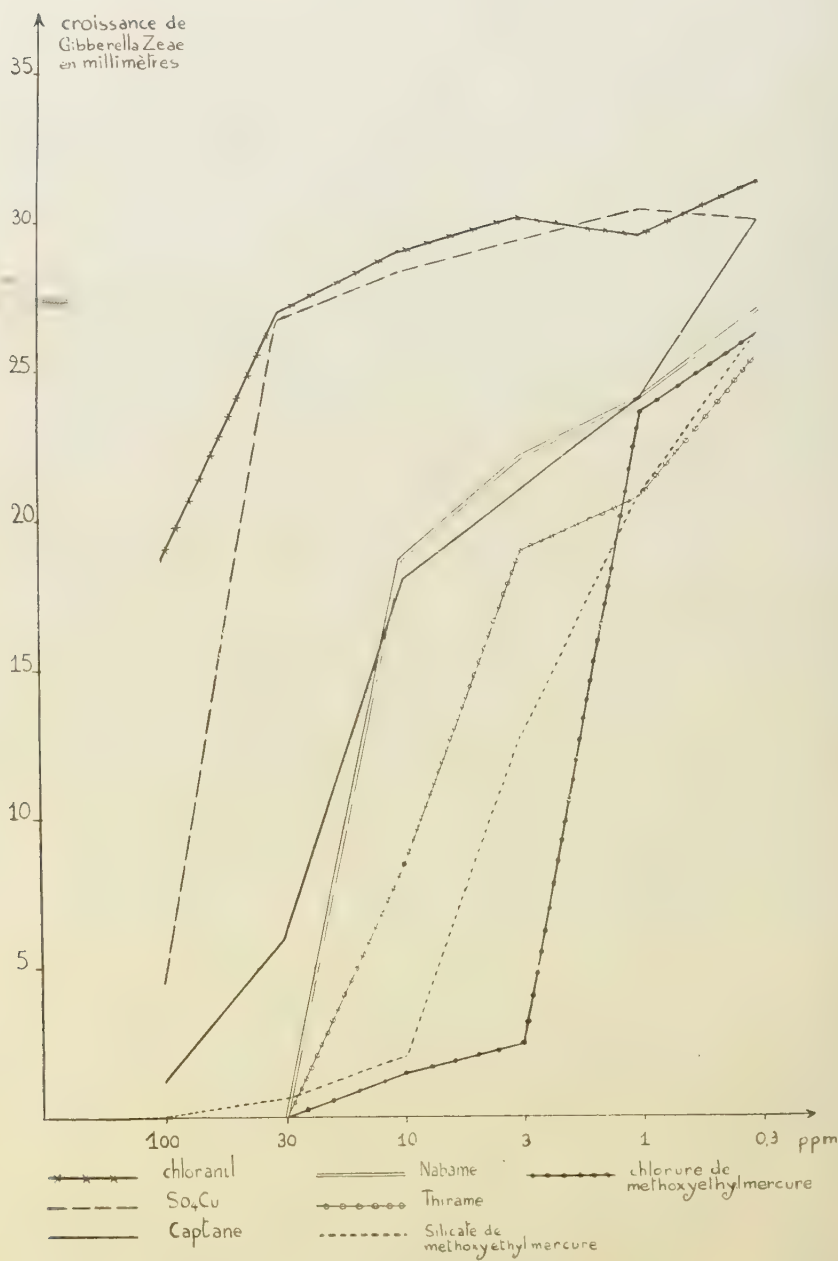


FIG. 3. — Courbes d'action de divers fongicides in vitro.

mettent de faire un choix parmi les produits avant l'épreuve des essais en plein champ. Les conditions que l'on peut obtenir en serre sont telles que la réussite d'infection nécessaire pour juger de l'efficacité des produits est assurée.

Les grains, une fois contaminés à l'aide d'une des méthodes décrites, sont traités par enrobage ou trempage, selon la nature du produit, puis semés dans des terrines carrées de 25 cm de côté, contenant du terreau. Pour faciliter les comptages, il est préférable de semer en carré (10 grains  $\times$  10 grains), les grains enfoncés en terre par le point d'insertion au rachis jusqu'au niveau du sol. Après le semis tous les grains sont visibles ce qui permet de contrôler le nombre de grains semés et, ultérieurement, d'examiner facilement ceux qui n'ont pas germé. Comme on l'a vu précédemment, il est nécessaire de laisser 8 jours les terrines à 10° avant de les placer à une température de 20° qui assurera un bon développement des plantules. Le comptage a lieu 15 jours après le semis. On verra un exemple des résultats obtenus sur la figure 4.



FIG. 4. — Essai de fongicides en serre : de gauche à droite : grains sains ; grains contaminés ; grains contaminés traités au silicate de méthoxyéthyl mercure.

### Essais en plein champ.

Après des essais non couronnés de succès en 1950 et 1951, nous avons pu en 1953, à Saint-Martin-de-Hinx, avoir la première démonstration de l'efficacité de traitements de semences grâce à des grains contaminés en boîtes de Pétri.

En 1954, 55 et 56, nous avons réalisé chaque année un grand nombre d'expériences, en confiant des lots de semences ayant reçu divers traitements, à de nombreux expérimentateurs (Station centrale d'Amélioration des plantes de Versailles, écoles d'agriculture, cultivateurs). Nous avons employé pour ces essais, soit des grains contaminés en vase clos, soit des grains simplement limés. Nous n'entrerons pas dans le détail de tous les essais, nous bornant à citer quelques résultats typiques.

Si nous prenons par exemple deux produits employés par poudrage,

silicate de méthoxyéthylmercure et thirame, et le nabame en trempage, nous verrons que les performances relatives de ces trois produits varient suivant le mode de contamination.

En 1953, à Saint-Martin-de-Hinx, nous avons utilisé des grains fortement contaminés en boîte de Pétri (contamination interne), en 1955 des grains contaminés en vase clos (cas intermédiaire), en 1956, à Versailles, des grains simplement limés (contamination à partir d'un sol riche en *Gibberella Zeae*).

TABLEAU II

*Efficacité comparée de trois produits  
dans le cas de trois modes de contamination différents*  
(germinations p. 1000.)

Traitement	Dose d'emploi produit commercial	Saint-Martin-de-Hinx		Versailles
		1953	1955	1956
		Contamination en boîte de Pétri	Contamination en vase clos	Grains limés sol riche en <i>G. Zeae</i>
Témoin grain sain .....		687	700	710
Témoin contaminé ou limé .....		275	170	560
Silicate de méthoxyéthyl Hg .....	150 g/quintal	448	500	632
Thirame .....	150 g/quintal	270	370	912
Nabame trempage .....	solution 0,5 pour mille	—	510	775

On voit que le thirame est surtout efficace dans le cas d'infection venant du sol, alors que le silicate de méthoxyéthylmercure est plus efficace dans le cas d'infection interne, ainsi que le nabame employé en trempage. Nous n'avons pas trouvé de produit dont le comportement soit idéal dans tous les cas.

### INFLUENCE DE DIVERS FACTEURS SUR L'EFFICACITÉ DES PRODUITS

#### a) Date de semis.

Plus le semis sera précoce, plus grande sera l'importance de la contamination interne ou externe. L'action des produits semble par contre assez constante ; le pourcentage de germination est augmenté de façon comparable pour toutes les dates de semis.

Les courbes de la figure 5 nous montrent l'action de quatre produits pour quatre dates de semis. On voit que toutes les courbes sont approximativement parallèles. Dans les quatre essais les grains traités étaient préalablement contaminés en vase clos.

En 1955 également, nous avons confié à un certain nombre de culti-

vateurs des lots de semences comprenant : un témoin constitué de grains sains d'excellente qualité, un témoin contaminé, et deux lots contaminés traités respectivement au silicate de méthoxyéthylmercure et au thirame.

Germination %

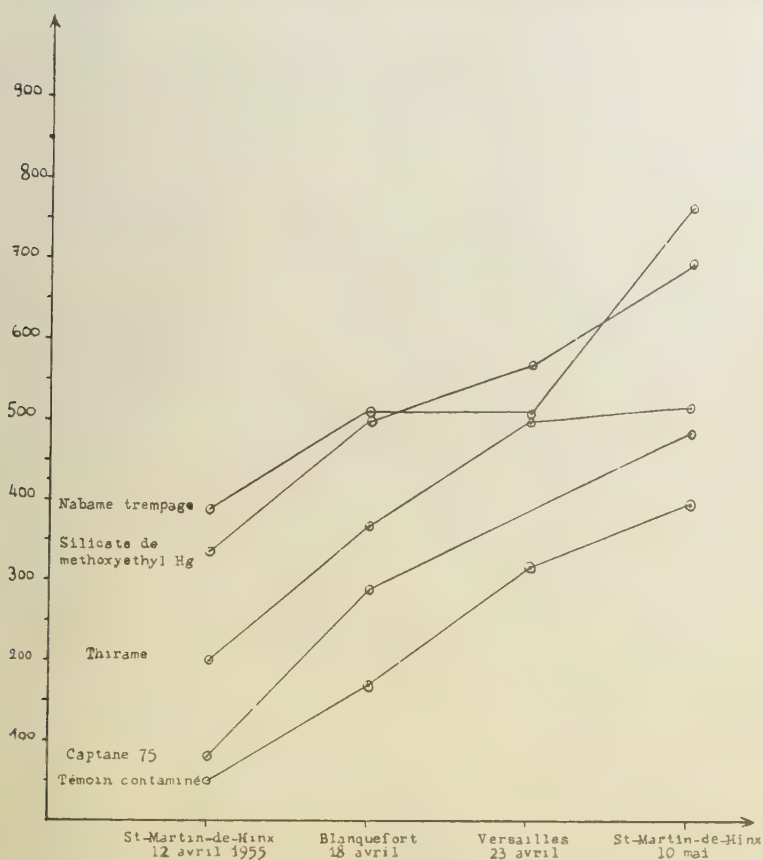


FIG. 5. — Influence de la date de semis sur l'efficacité de quatre produits.

Le nombre de pieds de maïs levés dans chaque lot a été compté par nous avant l'éclaircissage dans chaque cas. Nous avons rapporté à 1000 la germination dans le lot « grains sains » (les pourcentages réels étant difficiles à connaître). On peut estimer que les pourcentages relatifs ainsi déterminés pour les autres lots expriment l'influence de la contamination.

Nous avons pu calculer pour les 31 expérimentateurs ayant utilisé la variété W. 355 des régressions significatives en fonction de la date de semis.

Si nous posons :

$$y = \text{pourcentage relatif de germination} \frac{\text{lot considéré}}{\text{lot sain}} \times 100$$

$x$  = date de semis (l'origine étant le 1<sup>er</sup> mai) nous obtenons :

— pour le témoin contaminé :

$$Y = 54,58 + 0,94 (x - 16,2)$$

— pour les grains contaminés traités au thirame :

$$Y = 79,1 + 0,83 (x - 16,2)$$

— pour les grains contaminés traités au silicate de méthoxy-éthylmercure :

$$Y = 77,8 + 0,92 (x - 16,2)$$

On voit que les pentes des trois droites sont voisines.

### b) Influence de la texture du sol.

En 1954, les conditions météorologiques (pluies suivies de sécheresse) avaient provoqué la formation d'une croûte sur les terres fortes au moment de la levée du maïs. En classant empiriquement les terres de nos expérimentateurs en cinq catégories, nous avons pu voir que le silicate de méthoxyéthylmercure était nettement défavorisé par rapport au T. M. T. D. dans les terres fortes. On y observait de plus un net retard de végétation. Le tableau suivant donne les résultats pour W. 355 (il s'agit toujours de pourcentages relatifs).

TABLEAU III

*Efficacité comparée de deux produits dans divers types de terre*

Type de terre	Témoin contaminé	Silicate de méthoxyéthylmercure	Thirame
Terres de lande .....	67,2	94,9	89,6
Terres calcaires caillouteuses .....	66,6	78,9	75,7
Terres d'alluvions à galets .....	79,9	91,8	88,6
Terres franches .....	81,1	94,3	96,9
Terres fortes .....	77,6	88,3	101,3

### c) Phytotoxicité des produits.

Le handicap du silicate de méthoxyéthylmercure dans les essais ci-dessus est dû à sa phytotoxicité dans certaines conditions. Nous n'avons observé de phytotoxicité qu'avec les produits mercuriques, en poudrage et en trempage.

Ces produits, quand leur action devient phytotoxique, ont sur les plantules un effet mitostatique analogue à celui de la colchicine (1). On peut observer des accidents de phytotoxicité quand il y a :

1<sup>o</sup> dosage trop élevé : par exemple, éthylmercuriparatoluène sul-

fonanilide en poudrage à 150 g. quintal du produit à 3,2 p. 100 de mercure — ou trempage dans une solution de chlorure de méthoxyéthylmercure à 0,5 p. 100 du produit à 3,5 p. 100 de mercure (fig. 6) ;

2° **stockage prolongé** en vase clos : les produits mercuriques étant volatils, une masse de grains traités conservés en vase clos est plongée dans une atmosphère saturée de vapeurs de produit. Dans ces conditions, une toxicité apparaît au bout d'un mois de conservation environ.



FIG. 6. — Phytotoxicité de l'éthylmercuritoluène sulfonanilide.

Pour des grains traités au silicate de méthoxyéthylmercure (150 g. quintal du produit à 1,5 p. 100 de mercure), la réduction de pouvoir germinatif est d'environ 20 p. 100 au bout d'un mois, 40 p. 100 au bout de deux mois.

D'autre part, si l'on stocke les grains traités dans des récipients où l'air circule facilement, comme de petits sacs de papier, il n'y a pas de perte de pouvoir germinatif, mais on constate qu'au bout de quelques mois la poudre a perdu tout pouvoir fongicide.

#### d) Influence de la qualité des grains.

Des auteurs américains ont signalé, en plus des sensibilités variétales, des variations de la sensibilité dans une même variété suivant les conditions de maturité physiologique des grains à la récolte, la tempé-

rature du séchage (2). Des grains craquelés ou récoltés insuffisamment mûrs seront plus sensibles aux attaques des champignons du sol, ils seront plus sensibles à la toxicité des produits mercuriques (3).

### CRÉATION D'HYBRIDES RÉSISTANTS

Le traitement des grains par un fongicide n'est pas la seule manière d'améliorer la germination du maïs. On peut également essayer de créer des hybrides résistants. C'est ce qu'ont fait MM. CAUDERON et LASCOLS pour la région parisienne avec *INRA 200*. Dans un essai réalisé par eux, les résultats suivants ont été obtenus (pourcentages de germination, semis du 23 avril 1956) :

TABLEAU IV  
*Essais 1956 Versailles*

	% germination
W 255 (grain sain).....	71
W 255 (grain limé).....	56
W 255 (grain limé traité au thirame) ..	94
INRA 200 non traité.....	98

Ceci nous montre que la sélection peut rendre inutile les traitements par des fongicides.

Parmi les hybrides couramment cultivés dans nos régions, on peut donner les indications suivantes pour la résistance aux attaques de champignons pendant la levée :

W 255.....	assez sensible
W 355.....	moyennement résistant
M 706.....	moyennement résistant
W 464.....	assez sensible
W 464 A .....	assez sensible
I 4417.....	assez sensible

Les hybrides tardifs ont une résistance très variable car suivant les années et les régions ils peuvent être ou ne pas être récoltés à bonne maturité physiologique.

### INDICATIONS PRATIQUES

Le prix de revient peu élevé des traitements de semences permet de les utiliser comme traitements d'assurance, pratiqués par les coopératives et les négociants en grains. On emploiera de préférence le thirame, non phytotoxique en conservation, et de plus, répulsif pour les Alucites. Ce traitement suffisant dans la plupart des cas, pourra être complété par un traitement aux organo-mercuriques dans le cas de semis précoces ou de mauvais lots de semence. Mais les traitements aux mercuriques ne

TABEAU V  
*Indications pratiques*

Principe actif	% de principe actif dans le produit	Action fongicide par contact	Action fongicide par volatilité	Efficacité (contamination interne)	Efficacité (contamination externe)	Emploi
Thirame .....	50	bonne	nulle	faible	excellente	150 g/q. (1) (poudrage)
Silicate de méthoxyéthyl mercure.	75	bonne	nulle	faible	excellente	100 g/q. (slurry)
Méthylmercure dicvandamide .....	1,5 de Hg	bonne	bonne	excellente	moyenne	100 à 150 g/q.
Acétate de phénylmercure .....	0,8 de Hg	bonne	bonne	bonne	bonne	150 g/q.
Ethylmercureparatoluène sulfonamide .....	1,5 de Hg	bonne	bonne	excellente	moyenne	100 à 150 g/q.
Capthane .....	3,2 de Hg	bonne	bonne	(phytotoxique aux doses employées)	à éviter	à éviter
Chloranil .....	75	moyenne	nulle	faible	moyenne	150 g/q. Peu intéressant
Nabame .....	96	faible	faible	faible	—	150 g/q. Peu intéressant
Diméthylidithiocarbonate de soude	17	bonne	faible	excellente	moyenne	0,5 à 1 % trempage
* mercaptobenzothiazole .....	27	bonne	faible	excellente	moyenne	0,5 à 1 % trempage
Chlorure de méthoxyéthyl mercure .....	2	bonne	bonne	bonne	moyenne	1 0/00 trempage

(1) q. : quintal

pourront être appliqués que dans la semaine précédant le semis, pour éviter les phénomènes de phytotoxicité ou de sublimation du produit (suivant que les grains sont aérés ou non). Les cultivateurs qui ont coutume de tremper leurs grains pendant 12 à 24 heures avant le semis auront intérêt à ajouter un fongicide à l'eau de trempage, ils pourront utiliser le nabame à 0,5 ou 1 p. 100, ou le chlorure de méthoxyéthylmercure à 1 p. 1 000.

Nous donnons pour terminer un tableau résumant les caractéristiques des principaux produits que nous avons expérimentés.

### RÉSUMÉ

Un certain nombre d'essais ont été entrepris pour mettre au point des méthodes de lutte contre *Gibberella Zeae* s'attaquant au maïs en germination. Des méthodes de culture de *Gibberella Zeae* et de contaminations artificielles de grains sont décrites. Les essais *in vitro*, en serre et en plein champ ont permis de mettre en évidence l'efficacité d'un certain nombre de produits, en particulier le thirame et les organomercuriques. Des indications pratiques sont données sur leur emploi.

*Reçu pour publication le 22 février 1957.*

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) SASS (J. E.). — Histological and cytological studies of ethyl mercury phosphate poisoning on corn seedlings. *Phytopath.*, **27**, 1937, p. 95-99.
- (2) LIVINGSTON (J. E.). — Injury and drying of seed corn in relation to emergence. *Phytopath.*, **42**, 1952, p. 221-222.
- (3) HOPPE (P. E.). — Seed treatment with mercury dusts injurious to corn with mechanical injuries near embryo. *Phytopath.*, **38**, 1948, p. 82-83.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU MÉTABOLISME  
D'UN INSECTICIDE ORGANO-PHOSPHORE  
LE DI ÉTHYLTHIONOPHOSPHATE  
DE 2 ISOPROPYL 4 MÉTHYL 6 OXYPYRIMIDINE

PAR

Jacques Paul VIGNE, Jacques CHOUTEAU

Robert Louis TABAU

Pierre RANCIEN et Aurore KARAMANIAN <sup>(1)</sup>

Laboratoire des Isotopes du centre de Lutte contre le cancer et  
Laboratoire de Physiologie Générale, Faculté des Sciences, Marseille.

---

PLAN DU MÉMOIRE

- I. — Utilité de la recherche d'une méthode très sensible pour la détection chez les animaux de traces d'insecticides organiques.
  - II. — Exposé de la méthode utilisée. Choix de l'insecticide (Diazinon)
  - III. — Partie expérimentale physiologique.
  - IV. — Résultats obtenus.
  - V. — Dosage du diazinon éliminé par l'inhibition de la cholinestérase sérique (méthode biologique).
  - VI. — Conclusion.
- 

I. — Utilité de la recherche d'une méthode très sensible pour la détection chez les animaux de traces d'insecticides organiques.

A la suite de l'emploi intensif des insecticides de contact modernes, la lutte contre les insectes s'est heurtée dans certaines régions à des difficultés considérables.

Les phénomènes de résistance de plus en plus marqués des différentes races d'insectes aux hydrocarbures chlorés ont naturellement développé l'utilisation des insecticides organo-phosphorés dont on connaissait depuis les travaux de SCHRADER, la remarquable activité.

Malheureusement si ces produits de synthèse possèdent une effi-

<sup>(1)</sup> Travail exécuté avec l'appui matériel de l'Institut National d'Hygiène et le concours de Madame CLOTTE, aide technique C.N.R.S.

cacité d'autant plus intéressante qu'on ne leur connaît pas de résistance acquise, ils sont toutefois assez toxiques pour les animaux à sang chaud.

Devant l'importance des tonnages utilisés dans la lutte contre les insectes on peut penser qu'il existe une intoxication chronique du bétail par la consommation des végétaux contaminés et que par conséquent le lait produit par ces animaux peut présenter une certaine toxicité pour les utilisateurs.

Les pouvoirs publics se sont penchés sur ce problème et dans la plupart des pays on a édicté des règles très strictes, exigeant pour les U.S.A. par exemple, qu'il ne puisse exister dans les denrées alimentaires que des traces infimes de toxique inférieures au 1/1 000 de milligramme par kg, aucune tolérance n'étant admise pour le lait.

On conçoit que la recherche d'aussi minime quantité d'insecticide soit très difficile étant donné la faible sensibilité des techniques analytiques chimiques, physico-chimiques et biologiques proposées. Aussi pour étudier par exemple les possibilités de passage dans le lait, on a été obligé d'augmenter la quantité de toxique ingérée par les animaux d'expérience (à tel point que l'on a pu faire avaler à une vache jusqu'à dix grammes d'insecticide) ce qui s'éloigne considérablement des conditions réalisées dans la pratique et risque de perturber les résultats.

## II. — Exposé de la méthode utilisée. Choix de l'insecticide (Diazinon).

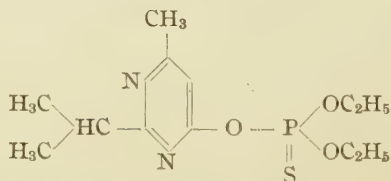
C'est pourquoi nous nous sommes proposés d'effectuer notre étude à l'aide de méthodes beaucoup plus sensibles basées sur l'utilisation des isotopes radioactifs et l'inhibition de la cholinestérase sérique.

Nous avons choisi comme insecticide le diéthylthionophosphate de 2-isopropyl-4 méthyl-6 oxypyrimidine (Diazinon Geigy) pour son efficacité remarquable et l'importance de son utilisation.

### A. — MÉTHODE RADIOACTIVE

#### 1° Synthèse

Formule :

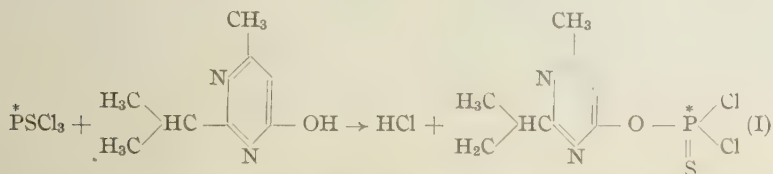


Parmi les éléments composant cet insecticide, nous avons choisi de marquer le phosphore, d'une part parce qu'il n'existe pas d'isotopes radio-

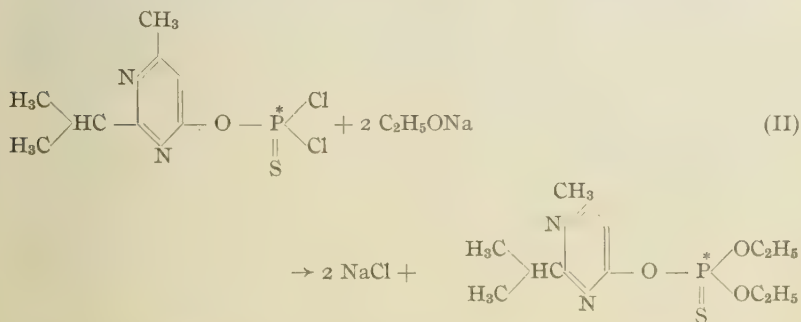
actifs utilisables de l'azote et de l'oxygène, et d'autre part parce que ceux du carbone, du soufre et de l'hydrogène, ont des propriétés qui les rendent difficilement maniables dans le cas qui nous occupe. Enfin la rupture de la liaison entre l'oxypyrimidine substituée et l'ester thiophosphorique supprimant les propriétés insecticides du corps étudié, l'utilisation du phosphore marqué permet alors de différencier par des méthodes physiques, l'insecticide des composés phosphorés de métabolisme.

Le schéma de la préparation est le suivant :

On fait réagir dans des conditions déterminées du thiotrichlorure de phosphore (préalablement marqué sur le phosphore par une réaction d'échange (I), sur la 2-isopropyl-4 méthyl-6 oxypyrimidine :



et dans un deuxième temps le dérivé obtenu sur de l'éthylate de sodium (II).



Après purification il reste un produit huileux presque incolore dont nous avons étudié la pureté par les techniques chromatographiques ci-dessous :

A. *Chromatographie de partition ascendante en phase inversée* (3) :

Phase stationnaire : graisse silicone Saint-Gobain SI ;

Phase migrante constituée par le mélange :

Eau distillée, 5 parties ;

Alcool éthylique, 3 parties ;

NH<sub>4</sub>OH (22°B), 1 partie.

Papier Whatman n° 1.

B. *Chromatographie de partition ascendante mi-phase inversée, mi-phase directe* (4) sur papier Whatman n° 3 dont la moitié inférieure est

*imprégnée d'huile de vaseline, servant de phase stationnaire, par pulvérisation avec la solution :*

Huile de vaseline, 10 ml ;

Ether de pétrole, 90 ml.

Phase migrante : eau distillée.

L'enregistrement de la radioactivité des chromatogrammes a montré qu'il n'y avait pas de trace de phosphore minéral et que la seule impureté présente était due à quelques millièmes de diéthyl phosphate de 2-isopropyl-4 méthyl-6 oxypyrimidine qu'il est impossible d'éviter dans ce genre de synthèse.

L'activité du Diazinon ainsi préparé, mesuré dans des conditions géométriques déterminées avec un compteur de Geiger Muller à fenêtre mince était de 81 000 c/m par milligramme au début de l'expérience.

### III. — Partie expérimentale physiologique.

Nous avons choisi pour notre travail une chèvre (*Capra Hircus*) de poids 36,500 kg, en fin de lactation, produisant environ 700 ml de lait par jour.

Nous avons administré l'insecticide « *per os* » adsorbé sur du galactose et placé dans deux cachets de pain azyme enrobés de miel pour masquer l'odeur désagréable du produit et éviter une régurgitation immédiate.

L'animal a été placé dans une cage étroite et longue, soutenu dans la position debout par des sangles, le cou fixé par un carcan.

Les urines ont été recueillies dans un bocal gradué au moyen d'un tube de caoutchouc adapté à un entonnoir en polytène taillé de façon convenable et collé à la vulve par du collodion et du ruban adhésif.

Les fèces ont été dirigées à l'aide d'une gouttière dans un bocal séparé.

Le sang a été prélevé par ponction jugulaire et le lait par traite manuelle. L'expérience s'est déroulée dans une pièce spécialement aménagée, où la température a été maintenue sensiblement constante.

L'animal a reçu une nourriture constituée par du foin sec à volonté, de l'herbe fraîche en quantité raisonnable et de l'eau. Il n'a jamais présenté de troubles quelconques, ni de signes d'intolérance.

Enfin les prélèvements ont été effectués régulièrement deux fois par jour pour le lait, les urines et les fèces et une fois par jour pour le sang.

### IV. Résultats obtenus.

Deux séries d'expériences faites à un mois d'intervalle sur le même animal ont donné des résultats parfaitement concordants.

Les échantillons ont été mesurés dans des conditions géométriques identiques. Les résultats indiqués tiennent compte des corrections dues à la décroissance radioactive et à la sensibilité des compteurs.

Nous avons administré « *per os* » 235,8 mg de Diazinon pur correspondant à une activité de  $19,10^6$  c/m. Le tableau n° 1 résume les résultats obtenus.

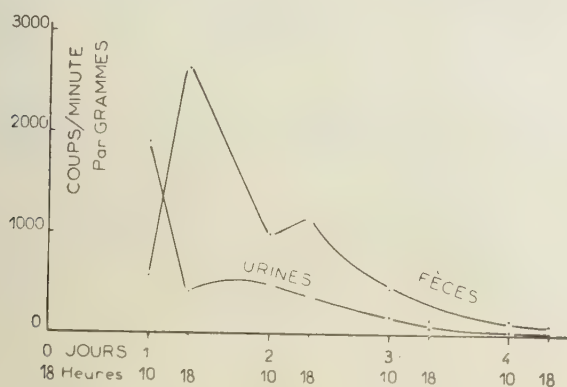


FIG. 1.

Les courbes de la figure 1 indiquent en fonction du temps, les variations de l'activité des échantillons d'urines et de fèces en coups par minute et par gramme. Nous n'avons pas fait figurer sur ces courbes les activités du sang et du lait qui sont comparativement négligeables.

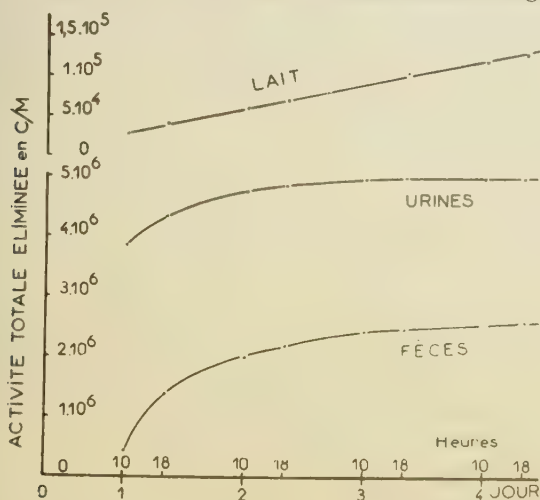


FIG. 2.

Les courbes de la figure 2 représentent l'élimination totale en fonction du temps. On peut remarquer qu'elle atteint un maximum pour les urines et les fèces au bout de trois jours environ alors que pour le lait

par contre, l'élimination, quoique beaucoup moins importante en valeur absolue, est totalement différente et pratiquement linéaire. Nous pensons que ce comportement particulier est vraisemblablement dû à l'excrétion par cette voie de phosphates radioactifs provenant des réserves osseuses après métabolisme de l'insecticide.

## V. — Dosage du Diazinon éliminé par l'inhibition de la cholinestérase sérique. (Méthode biologique).

Dans une note précédente, nous avons montré que le Diazinon présentait une activité anticholinestérasique importante (5). Nous avons donc parallèlement aux mesures radioactives, dosé l'insecticide dans les prélèvements par leur action inhibitrice sur l'activité cholinestérasique du sérum de cheval, à l'aide de la technique suivante :

On effectue un mélange de 2 ml d'un sérum de cheval avec soit 3 ml d'urines, de lait ou de plasma, soit d'un extrait de fèces. Ce dernier est réalisé en broyant 3 g de fèces dans 5 ml de Dioxane, en complétant après un certain temps de contact à 30 ml avec de l'eau distillée et en filtrant. Ce mode opératoire est indispensable car le Diazinon est presque insoluble dans l'eau mais par contre parfaitement soluble dans les mélanges Eau + Dioxane, de tels mélanges ne modifiant en rien ni les activités cholinestérasiques, ni les activités inhibitrices des composés étudiés.

L'activité cholinestérasique est alors mesurée par une méthode potentiométrique (6) qui consiste à étudier la vitesse d'hydrolyse d'une solution 0,0495 M de chlorhydrate d'acétylcholine par les 5 ml du mélange, en milieu faiblement tamponné par du trihydroxyaminométhane à pH 8-8,2.

Les activités se déduisent directement des pentes des droites exprimant l'hydrolyse en fonction du temps et sont indiquées dans la colonne 1 du tableau II, en micro-équivalents acides libérés en 300 secondes.

Nous avons bien entendu vérifié l'absence d'activité hydrolytique propre des urines, du lait, du plasma et des fèces de chèvre vis-à-vis du substrat. Les pourcentages d'inhibition sont calculés en rapportant les activités mesurées en présence des divers excréta après l'administration de l'insecticide à l'animal, à celles mesurées en présence des mêmes excréta avant l'administration du produit :

Soit T l'activité du mélange témoin ;

Soit X l'activité du mélange après administration de Diazinon ;  
l'inhibition en % est donnée par la formule :

$$\frac{(T - X) 100}{T} \quad (\text{colonne 2, tableau II})$$

TABLEAU I

Jours	Heures des préle- vements	Urines			Fèces			Lait			Sang		
		Poids	Activité par gramme	Activité totale	Somme de l'activité éliminée	Poids	Activité par gramme	Activité totale	Somme de l'activité éliminée	Poids	Activité par gramme		
o administration de 235,8 mg de Diazinon à 18 h.	1	2 050	1 090	3826 000	3826 000	740	585	433 000	433 000	560	50	28 000	28 000
	18	1 240	413	513 500	4 339 000	360	2 630	940 000	1 373 000	235	56	13 200	41 000
	2	10 786	475	369 000	4 708 000	590	987	215 000	1 955 000	450	43	19 300	60 000
	18	340	371	126 000	4 834 000	190	1 130	215 000	2 170 000	200	58	11 500	72 000
3	10	657	183	120 000	4 954 000	590	441	260 000	2 430 000	465	56	25 000	97 900
18	510	62	31 400	4 986 000	255	142	30 300	2 466 300	235	31	7 400	105 300	
10	325	34	11 100	4 997 000	734	144	160 000	2 572 300	525	30	13 000	118 900	
4	18	435	15	6 430	5 003 000	250	89	22 100	2 594 300	237	30	7 100	126 000

TABLEAU II

jours	Heures	Lait		Urines			Fèces		Plasma	
		Activité cholés- térastique	% d'inhi- bition	Diazion éliminé	Activité cholés- térastique	% d'inhi- bition	Diazion éliminé	Activité cholés- térastique	% d'inhi- bition	Diazion éliminé
0	10	52								
1	10	52,25	0	0	45	1,038	45	0	48,5	0
	18	51,25	0	0	35	0,425	44,25	0	47,75	0
2	10	52,25	0	0	32,75	1,06	43,25	0	48,25	0
	18	51,25	0	0	31,75	0,106	45,25	0	48,25	0
3	10	59,25	0	0	36,25	0,94	47,75	0	48,25	0
	18	51,25	0	0	42,75	0,03	46	0	46	0
4	10	49,25	0	0	44,75	0	44,75	0	46	0
	18	59,5	0	0	43	0,03	45	0	46	0

En comparant ces inhibitions à celles obtenues avec différentes concentrations de Diazinon pur sur le même sérum de cheval, on peut en

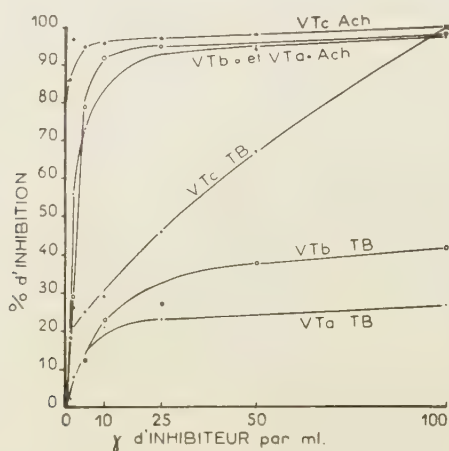


FIG. 3.

déduire la quantité d'insecticide présente dans la prise d'essai (fig. 3, courbe VTa).

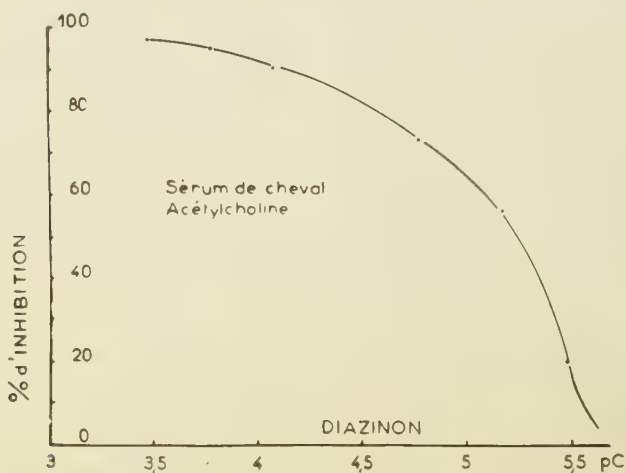


FIG. 4.

En raison de la forme de la courbe d'inhibition en fonction des concentrations, on utilise un abaque donnant les pourcentages d'inhibition en fonction des cologarithmes des concentrations en insecticide ou pC.

Cette représentation semi-logarithmique (fig. 4) permet une meilleure précision dans l'évaluation des concentrations. Les pC ainsi obtenus

sont transformés en concentration puis en  $\mu\text{g ml}$  ou par prise d'essai et sont indiqués dans la colonne 3 (tableau II).

Enfin la colonne 4 représente la quantité totale de Diazinon contenue dans le prélèvement en  $\text{mg}$ .

La comparaison des tableaux I et II montre qu'en ce qui concerne le lait, les fèces et le plasma, la radioactivité ne peut être rapportée à l'insecticide administré, mais à d'autres composés phosphorés provenant de son métabolisme. Pour les urines seulement, nous avons mis en évidence une élimination faible et rapidement décroissante n'excédant pas 2 mg soit moins du 1/100 de la quantité totale de Diazinon ingérée par l'animal (fig. 5).

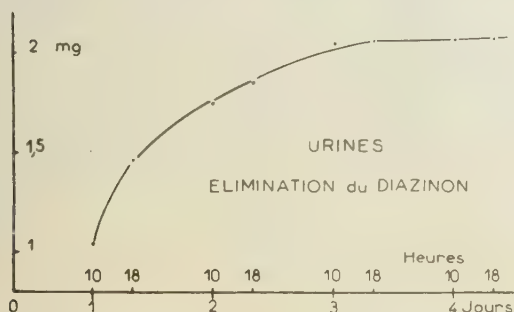


FIG. 5.

Pour vérifier ce fait nous avons effectué pour les échantillons de lait, d'urine et de fèces les plus radioactifs, l'extraction de l'insecticide par des méthodes classiques.

Nous avons pu constater que l'on ne retrouve pas de Diazinon dans le lait, que dans les fèces par contre on peut mettre en évidence des traces de toxique ( $0,3 \mu\text{g/g}$  au maximum) et qu'enfin dans les urines on peut extraire une quantité plus importante d'insecticide qui n'excède pas toutefois 1,084 mg dans le cas le plus favorable.

Dans cette série d'expériences, le dosage du Diazinon soit par sa radioactivité après extraction, soit par son activité anticholinestérasique, a toujours donné des résultats parfaitement concordants. Nous trouvons par exemple pour les urines du 1<sup>er</sup> prélèvement qui étaient les plus radioactives, 1,084 mg par la première méthode et 1,038 mg par la deuxième.

## VI. — Conclusions.

Des expériences précédentes nous pouvons conclure que contrairement aux insecticides organiques chlorés, le Di-éthylthionophosphate de 2-isopropyl-4 méthyl-6 oxyypyrimidine est très rapidement métabolisé

dans l'organisme. On n'en retrouve pratiquement pas dans le sang, le lait et les fèces et seulement des quantités minimales dans les urines, de l'animal en expérience, inférieures à la 1/100 partie de la dose totale ingérée dans le cas le plus favorable.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) VIGNE (J. P.) et TABAU (R. L.). — *Bull. Soc. Pharmacie Marseille* 1956, **20**, sous presse.
- (2) VIGNE (J. P.), TABAU (R. L.) et FONDARAI (J.). — *Bull. Soc. Chim. France*, 1956, 459, et *Bull. Soc. Pharmacie Marseille*, 1955, **16**, 336.
- (3) VIGNE (J. P.), TABAU (R. L.) et FONDARAI (J.). — *Bull. Soc. Chim. France*, 1955, 1282 et *Bull. Soc. Pharmacie Marseille*, 1956, **17**, 52.
- (4) VIGNE (J. P.), TABAU (R. L.) et FONDARAI (J.). — *Bull. Soc. Pharmacie Marseille*, 1956, **17**, 55.
- (5) CHOUTEAU (J.), VIGNE (J. P.), KARAMANIAN (A.) et TABAU (R. L.). — *C. R. Soc. Biol.*, 1956-**150**-1773 (Séance du 19-10-56 Marseille).
- (6) CHOUTEAU (J.), RANCIEN (P.) et KARAMANIAN (A.). — *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 1956, **38**-1329 (Séance du 28-5-56 Marseille).

*Le Directeur-Gérant : B. LACLAVIÈRE*





## RÉVISION DES *VORIINI* DE L'ANCIEN MONDE (DIPT. *TACHINIDAE*)

PAR

**Jacques d'AGUILAR**

Laboratoire de Faunistique agricole.  
Station centrale  
de Zoologie agricole, Versailles.

Les *Voriini* correspondent à une tribu bien caractérisée des *Tachinidae*, tribu dont l'aire de répartition géographique est vaste et l'intérêt agronomique certain, de nombreuses espèces parasitant des Insectes nuisibles aux cultures et en particulier des *Noctuidae*. Or, jusqu'à présent, ce petit groupe qui compte 22 espèces connues dans l'Ancien Monde, n'avait pas fait l'objet d'une étude d'ensemble.

### Position systématique de la tribu.

Dès 1863, ROBINEAU-DESVOIDY place côte à côte *Wagneriini* et *Voriini* ; le rapprochement est repris par VILLENEUVE (1932) qui montre bien les liens existant entre les deux tribus. L. MESNIL (1939), tout en confirmant les parentés existant entre *Wagneriini* et *Voriini*, croit voir des affinités entre ce groupement et les *Campylochaetini*. TYLER-TOWNSEND (1935) avait, malheureusement, tout en ayant recours à certains caractères valables, brouillé l'harmonie d'un ensemble naturel homogène.

### Caractères morphologiques.

Les *Voriini* possèdent en commun un certain nombre de caractères morphologiques qui, cependant, sont susceptibles de varier, chez quelques espèces. Ces caractères sont les suivants :

Aile à nervure transverse postérieure (m cu) très oblique, plus oblique même que la transverse apicale (ap) ; coude de la nervure m souvent prolongé par un grand pli ombré ou une nervure ; occiput dépourvu de microchètes noirs derrière les cils postoculaires ; péristome sans expansion occipitale développée ; parafaciaux ornés de petits poils au moins

(1) Précisons ici que nous adoptons le nom de *Voriini* en tenant compte de l'antériorité du genre *Voria* R. D. Le genre *Athrycia*, ayant servi à L. MESNIL (1939) pour la désignation de la tribu, bien qu'ayant l'antériorité sur *Voria* (décrit dans l'ouvrage de 1863, cent pages environ avant lui) doit être corrigé, selon BEZZI, en *Atrichia*, ce qui le fait tomber en synonymie comme homonyme.



FIG. 1. — Organe génital mâle de *Variini* (*Mesm. ovoria petiolata* VILLN.)



FIG. 2. — Organe génital mâle de *Waguierini* (*Kirbyia moerens* F.)

dans la partie supérieure ; soie préalaire plus courte et moins importante que les dorsocentrales, parfois nulle ; deuxième tergite abdominal (premier visible) souvent excavé jusqu'à sa marge postérieure ; *genitalia* mâle à phallus étiré en un long ruban enroulé sur lui-même.

L'examen détaillé des espèces groupées dans la tribu des *Voriini*, en tenant surtout compte des acquisitions récentes, montre qu'il est difficile de séparer nettement cette tribu de celle des *Wagneriini*, aussi pensons-nous utile, avec L. MESNIL, de placer l'ensemble dans une même sous-famille.

En effet, un des caractères les plus communément indiqués pour les distinguer, la très forte obliquité de la nervure m-cu, souffre au moins deux exceptions ; l'occiput dépourvu de microchètes noirs se retrouve chez bon nombre de *Wagneriini* ; enfin, l'organe copulateur mâle si caractéristique des *Voriini* se rencontre avec les mêmes particularités, bien qu'un peu moins accentuées, chez un *Wagneria*.

L'organe génital mâle, d'un type particulier chez les *Tachinidae*, mérite une attention spéciale. Il est difficile de le décrire de façon approfondie, les auteurs ayant examiné les organes copulateurs des Diptères utilisant chacun des noms différents et ne se basant pas suffisamment sur les données embryologiques. Nous préciserons ci-après les caractères essentiels.

Les organes pseudophalliques (CL. DUPUIS, 1950) comprennent chez les *Voriini* des forceps internes très développés et soudés sur presque toute leur longueur et des forceps externes (ou *surstyli*) bien individualisés et aussi longs, ou presque, que les précédents.

Le phallus (ou pénis) semble formé d'un tube membraneux exceptionnellement long s'enroulant sur lui-même, tube présentant à sa partie supérieure deux bandes chitinisées et à la base de sa partie inférieure de fines épines. A la base du phallus existent deux expansions lamelleuses, peut-être équivalentes à des paramères.

A l'intérieur de l'hypopyge (*s. l.*) on reconnaît : un grand sclérite (« levier de l'édeage » suivant la nomenclature de de BARROS-MACHADO, 1954), dont la « quille » est très développée ; un petit sclérite dit « éjaculateur » en forme de massue ; un « apodème connectif ».

### Aspects phylogéniques.

L'étude des caractères des espèces amène à considérer cet ensemble comme particulièrement plastique et certains de ses caractères fondamentaux qui permettent de séparer des grandes subdivisions des *Tachinoidea* se retrouvent dans cette tribu.

C'est ainsi que seules parmi les *Tachinidae* des espèces des genres *Cyrtophleba*, *Mesnilovoria* et *Steiniomyia* possèdent un prosternum cilié

(comme les *Salmaciidae* ou les *Phoroceridae*) ; appartenant à un groupement où le ptéropleure n'est armé d'aucune forte soie, quelques genres *Blepharigena*, *Hypovoria* ne possèdent pas ce caractère ce qui entraîna T. TOWNSEND à rejeter une partie de cette tribu dans ses *Germariini* ; enfin quelques espèces ont exceptionnellement leur 2<sup>e</sup> tergite non excavé jusqu'à sa marge postérieure.

Chez les *Voriini*, il semble que nous ayons une évolution parallèle dans deux branches caractérisées par l'absence ou la présence d'une très forte soie ptéropleurale. C'est ainsi que dans ces deux rameaux et plus particulièrement dans les *Voriini*, nous partons d'espèces fortement hérissées de soies (soies parafaciales en particulier) pour arriver à des formes aux parafaciaux inermes. Ces derniers représentants des deux groupes se trouvent surtout dans les régions chaudes (principalement méditerranéennes).

### Distribution géographique.

Les *Voriines* sont bien représentées dans la région paléarctique où elles affectionnent principalement les régions tempérées et chaudes mais il est encore prématuré, étant donné le petit nombre d'informations, de se rendre compte de leur répartition géographique réelle. C'est ainsi qu'*Hypovoria hilaris* décrite de Tunisie et répandue en Afrique du Nord a été retrouvée (une seule fois) au Danemark. Est-elle largement distribuée et rare partout ? La capture danoise est-elle accidentelle ? Seuls des élevages et des captures plus nombreuses pourront nous renseigner.

### Biologie et intérêt économique.

Les *Voriini* présentent un grand intérêt économique par le fait que certains d'entre eux, parmi les plus communs et les plus prolifiques, parasitent des *Noctuidae* nuisibles aux cultures (*Autographa gamma*, *Mamestra brassicae*, *Apamea*, etc.).

L'éthologie de quelques espèces a été suivie par J. PANTEL, W. R. THOMPSON et I. C. NIELSEN qui étudièrent en particulier *Cyrtophleba ruricola* MEIG., *Blepharigena trepida* MEIG. et *Uclesia fumipennis* GIRSCH.

Chez ces espèces et chez les *Voriini* en général, les femelles pondent sur le corps de leur hôte. Les œufs, à coque mince, contiennent des larves prêtes à éclore (1). La larve pénètre à travers les téguments et tombant dans la cavité générale s'installe rapidement dans un muscle où elle demeure jusqu'à la fin du premier âge. Elle quitte ensuite la fibre musculaire, gagne la peau de son hôte qu'elle perce alors et pendant le reste de

(1) *Blepharigena trepida*, d'après NIELSEN, pondrait ses œufs sur les plantes et les larvules, qui éclosaient aussitôt, chercheraient elles-mêmes leur hôte. Toutefois, THOMPSON indique, plus récemment, une ponte sur la chenille.

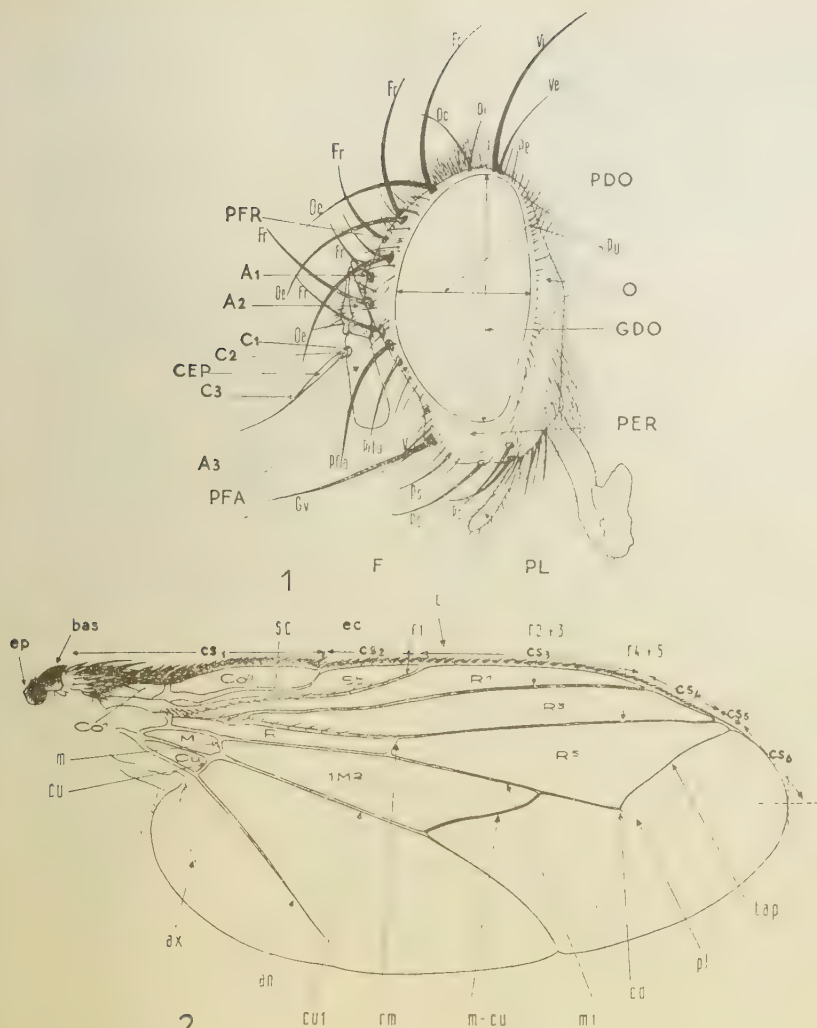


PLANCHE I. — Terminologie

1. Tête de *Voria ruralis* FALL (profil). — A1, A2, A3 : articles antennaires 1, 2, 3 ; C1, C2, C3 : articles 1, 2, 3 du chète antennaire ; CEP : épaississement du chète antennaire ; F : faciaux ; Fr : soies frontales (dirigées vers le haut) ; GDO : grand diamètre de l'œil ; Gv : grande vibrisse ; O : occiput ; Oc : soie oculaire ; Oe : soies orbitaires externes ; Oi : soie orbitaire interne ; Pe : soie postoculaire ; PER : Péristome ; PFA : Parafaciaux ; Pfa : soies parafaciales (dirigées vers le bas) ; PDX : petit diamètre de l'œil ; PFR : parafrontaux ; PL : Palpe ; Ps : soies péristomales ; Pu : cils postoculaires ; v : vibrisses ; Ve : soie verticale externe ; Vi : soie verticale interne.
2. Aile de *Voria ruralis* FALL. — an : nervure anale (= 6<sup>e</sup> nervure longitudinale) ; ax : nervure axillaire ; bas : basitica ou sous-épaulette ; c : nervure costale ; cd : coude de la nervure médiane ; CO1 : 1<sup>re</sup> cellule costale ; CO2 : 2<sup>e</sup> cellule costale ; cs1 : 1<sup>er</sup> segment costal ; cs2 : 2<sup>e</sup> segment costal ; cs3 : 3<sup>e</sup> segment costal ; cs4 : 4<sup>e</sup> segment costal ; cs5 : 5<sup>e</sup> segment costal ; cs6 : 6<sup>e</sup> segment costal ou ongle ; CU : 1<sup>re</sup> nervure cubitale ; CU1 : 1<sup>re</sup> nervure cubitale (5<sup>e</sup> nervure longitudinale) ; ec : épine costale ; ep : épaulette ; M : cellule médiane ; m : 6<sup>e</sup> nervure médiane ; m1 : 1<sup>re</sup> nervure médiane (= 4<sup>e</sup> nervure longitudinale) ; m-cu : transverse postérieure ou 3<sup>e</sup> nervure médiane ; rM2 : 3<sup>e</sup> cellule médiane ou cellule discoidale ; pl : pli ombre postérieur ; r : 1<sup>re</sup> nervure radiale (ou 1<sup>re</sup> nervure longitudinale) ; r1 : 1<sup>re</sup> cellule radiale (ou 1<sup>re</sup> cellule postérieure) ; r2 : 2<sup>e</sup> cellule radiale (ou 2<sup>e</sup> cellule postérieure) ; r3 : 3<sup>e</sup> cellule radiale (ou 3<sup>e</sup> cellule postérieure) ; r4 : 4<sup>e</sup> cellule radiale (ou 4<sup>e</sup> cellule postérieure) ; r5 : 5<sup>e</sup> cellule radiale (ou 5<sup>e</sup> cellule postérieure) ; R : 6<sup>e</sup> cellule radiale (ou cellule basale) ; sc : nervure sous-costale ; St : stigma (ou cellule médiastine) ; tap : transverse apicale (ou fin de la médiane).

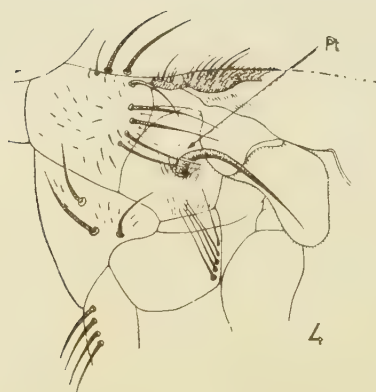
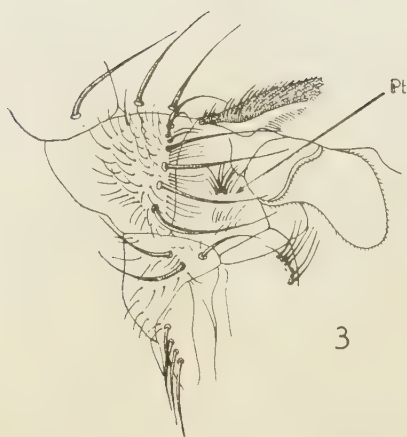


PLANCHE II. — Terminologie.

3. Partie latérale du thorax de *Voria ruralis* FALL. montrant le pteropleure avec un bouquet de soies piliformes.
4. Partie latérale du thorax de *Blepharigena impressa* V. d. W. montrant le pteropleure avec une très forte soie pteropleurale.

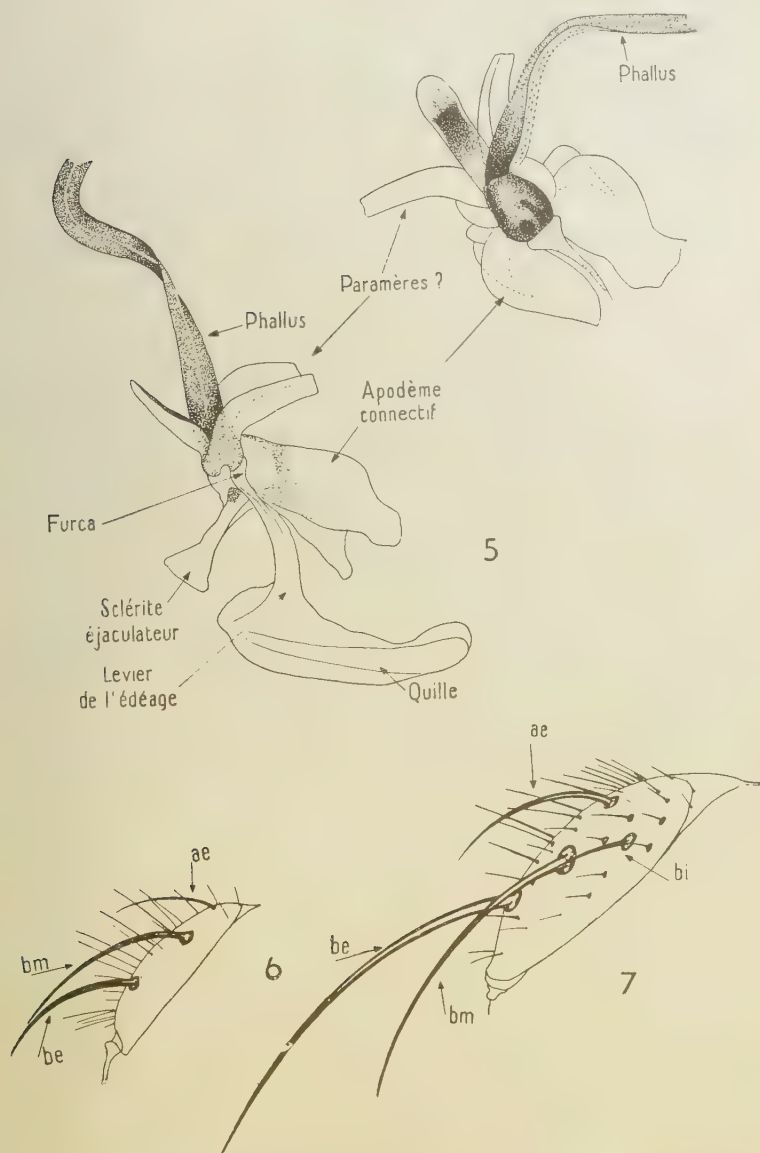


PLANCHE III. — Terminologie.

5. Détail de l'organe génital de *Blepharigena trepida* MEIG.
6. Calus huméral de *Mesnilovoria petiolata* VILLN. avec les soies *ae* : antérieure externe ; *bm* : basale médiane ; *be* : basale externe.
7. Calus huméral de *Blepharigena erythrocerus* R. D. avec les soies *ae* : antéro-externe ; *bi* : basale interne ; *be* : basale externe ; *bm* : basale médiane.

sa vie, évolue dans une gaine tégumentaire secondaire. L'hôte est abandonné à la nymphose.

Les larves du 1<sup>er</sup> stade des espèces précitées présentent un grand développement de la vésicule rectale ce qui permettrait d'appuyer l'hypothèse de PANTEL sur la fonction respiratoire de cette vésicule, puisque la larve, de par sa situation intramusculaire, n'a pas d'accès direct à l'oxygène.

Au deuxième stade, la larve est métapneustique et au troisième stade, elle devient amphipneustique.

\* \* \*

La révision que nous présentons et dont l'initiative revient à L. MESNIL qui nous a largement fait bénéficier de ses connaissances et de ses collections, a été facilitée par l'étude des riches collections du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, où Monsieur le Professeur E. SEGUY nous réserva un amical accueil, ainsi que les collections de certains musées étrangers comme le « Deutsches Entomologisches Institut » de Berlin, « l'Instituto español de Entomologia » de Madrid.

Nous tenons aussi à remercier nos collègues, F. van EMDEN (British Museum), W. HENNIG (Deutsches Entomologisches Institut), O. RINGDAHL (Suède), S. V. PERRIS (Instituto español de Entomologia), C. W. SABROSKY (Agricultural Research Service de Washington), MUNRO (Transvaal Museum, Pretoria) qui nous ont aidé en nous communiquant ou en examinant pour nous des matériaux de diverses collections. E. LEMAÎTRE et surtout R. PRECHAC, ont réalisé l'illustration.

Dans cette étude nous avons adopté la nomenclature des soies et des différentes pièces fixée par L. MESNIL et suivie dans « Die Fliegen der paläarktischen Region ».

### I. — Tableau des genres.

1. Une très forte soie ptéroleurale (Pl. II, fig. 3) ; yeux toujours nus. Épaississement du troisième article du chète antennaire dépassant toujours le milieu de sa longueur (*Blepharigeniina*)..... 2.
- Pas de soie ptéroleurale très développée, on distingue sur le ptéroleure un bouquet de soies piliformes (Pl. II, fig. 4) (*Forina*)... 3.
2. Des soies parafaciales (Pl. I, fig. 1) ; parafaciaux plus étroits, à mi-hauteur, que la largeur du troisième article de l'antenne ; deuxième article du chète antennaire à peine plus long que le premier ; aile à coude de la nervure *m*<sub>1</sub> prolongé par un pli ombré ; troisième et quatrième tergites abdominaux avec des soies discales.

*Blepharigena* ROND.

— Aucune soie orientée vers le bas sur les parafaciaux (fig. 11) qui sont

au moins aussi larges, à mi-hauteur, que le troisième article de l'antenne ; deuxième article du chète antennaire trois ou quatre fois plus long que le premier ; aile à coude de la nervure m<sub>1</sub> prolongé par une nervure ; troisième et quatrième tergites abdominaux sans soies discales. .... *Hypovoria* VILLN.

3. Des soies parafaciales. .... 4.

— Parafaciaux sans aucune soie orientée vers le bas. .... 7.

4. Soies parafaciales nombreuses (quatre et plus) atteignant presque le bord inférieur de l'œil (fig. 23) .... 5.

— Soies parafaciales (une à deux) n'atteignant pas, de loin, le bord inférieur de l'œil (fig. 1) ; aile à nervure r<sub>1</sub> ciliée ; épine costale indistincte ; épaississement du chète antennaire atteignant à peine le milieu de sa longueur ; hanches antérieures entièrement pubescentes. *Voria* R. D.

5. Aile à épine costale indistincte ; yeux velus ; prosternum cilié ; péristome très étroit (environ le sixième de la longueur du grand diamètre de l'œil) ; coude de la nervure m<sub>1</sub> prolongé par un très long pli ombré.

*Cyrtophleba* ROND.

— Aile à épine costale très forte ; yeux nus ; prosternum non cilié ; péristome large comme au moins le tiers du grand diamètre de l'œil. 6.

6. Deuxième article du chète antennaire très long (trois ou quatre fois le premier) ; épaississement du troisième article du chète antennaire atteignant au moins les deux tiers de la longueur ; antennes à troisième article au moins trois fois plus long que le second ; épaule à 3 fortes soies ; aile à coude de la nervure m<sub>1</sub> anguleux prolongé par un pli ombré marqué ; abdomen sans soies discales sur les tergites 3 et 4.

*Uclesia* Girsch.

— Deux premiers articles du chète antennaire subégaux ; épaississement du troisième article du chète antennaire n'atteignant pas la moitié de sa longueur ; antennes à troisième article deux fois plus long que le deuxième ; épaule à 4 fortes soies ; aile à coude de la nervure m<sub>1</sub> arrondi sans prolongement marqué ; abdomen à soies discales sur les tergites .... *Klugia* R. D.

7. Soies frontales descendant sur les parafaciaux, mais s'arrêtant à la hauteur du petit diamètre de l'œil (fig. 27) ; parafaciaux plus larges, à mi-hauteur, que la largeur du troisième article de l'antenne. .... 8.

— Soies frontales descendant sur les parafaciaux plus bas que le petit diamètre de l'œil (fig. 21) ; parafaciaux nus plus étroits, à mi-hauteur, que la largeur du troisième article de l'antenne ; hanches antérieures entièrement pubescentes .... 9.

8. Deux premiers articles du chète antennaire subégaux ; parafaciaux entièrement couverts de petits poils ; aile à nervure m-cu oblique, à prolongement ombré du coude de m<sub>1</sub> deux ou trois fois plus long que le segment compris entre l'intersection de m-cu et le coude de m<sub>1</sub> ; r<sub>1</sub>

ciliée ; 4 fortes soies à l'épaule ; pas de soies discales sur le dernier tergite. .... *Nanoplusia* VILL.

- Deuxième article du chète antennaire 2 à 3 fois plus long que le premier ; aile à nervure m-cu peu oblique ou droite, à prolongement ombré du coude de mI court, moins long que le segment compris entre l'intersection de m-cu et le coude de mI ; rI nue ; 3 fortes soies à l'épaule (bi oblitérée) ; soies discales présentes sur le dernier tergite de l'abdomen

*Mesnilovoria* N. GEN.

9. Aile à nervure m-cu coupant mI en un point deux fois plus éloigné du coude quedermin ; angle du coude de la nervure mI droit ; prolongement ombré de ce coude beaucoup plus court que le segment compris entre l'intersection de m-cu et le coude de mI ; épine costale indistincte ; 2 soies apostsuturales ; faciaux presque sans vibrisses ; yeux nus.

*Afrovia* CUR.

- Aile à nervure m-cu atteignant la cellule postérieure au milieu, angle du coude de la nervure mI obtus ; prolongement ombré de ce coude beaucoup plus long que le segment compris entre l'intersection de m-cu et le coude de mI ; épine costale forte ; 3 soies ac postsuturales ; vibrisses fortes remontant jusqu'au milieu de la face ; yeux velus.

*Steiniomyia* T. T.

Nous n'avons pu voir le type de *Przibraniella* SUST. décrit de Roumanie et il ne nous a pas été possible de l'inclure dans ce tableau mais il semble bien qu'il soit synonyme de *Nanoplusia* VILL.

En ce qui concerne l'intelligence des affinités des Insectes de cette tribu nous devons remarquer que TYLER-TOWNSEND dans son *Manual of Myiology* les a dispersés en deux tribus : *Voriini* qui correspond à peu près à nos *Voriina* et *Germariini* dans laquelle il place *Blepharigena* et *Hypovoria* qui possèdent une forte soie ptéropleurale mais aussi *Klugia* qui n'en a pas et qui voisinent ainsi avec *Zophomyia* MACQ, *Germaria* R. D., *Rhamphina* MACQ, *Digonochaeta* ROND. Enfin le genre *Uclesia* GIRSCH. fut rejeté par cet auteur dans ses *Melanophryctini* à côté de *Brachymera* B. B. et *Pseudopachystylum* MIK.

## BLEPHARIGENIINA

### 1. Genre *Blepharigena* RONDANI 1856

*Dipt. ital.*, 1, p. 69

Gt. *Tachina curvinervis* ZETT

(= *erythroceras* R. D.)

Nous rectifions avec M. BEZZI le nom de *Athrycia* donné par ROBLIN-DESVOIDY, avec ses racines grecques (1830, p. 111), en *Atrichia* ce qui le fait tomber en homonymie. Nous expliquons plus loin (voir genre

*Voria*) comment le nom de *Plagia* MEIGEN (1838) doit lui aussi rentrer dans l'ombre pour céder la place à celui de *Blepharigena* ROND. La synonymie s'établit ainsi de la façon suivante :

= *Athrycia* (*Atrichia*) R. D., 1830, *Essai sur les Myodaires*, p. III (gt. *A. erythrocer*a R. D.).

= *Paraplagia* B. B., 1891, *Musc. Schiz.*, II, p. 50 (gt. *T. trepida* MEIG.).

= *Athryciopsis* T. T., 1932, *J. N. Y. Ent. Soc.*, XL, p. 468 (gt. *T. ruficornis* ZETT.).

Ainsi, malgré sa grande homogénéité ce genre a été fragmenté à l'extrême et les espèces trop souvent multipliées. C'est certainement ici que s'applique de façon valable cette réflexion de VILLENEUVE : « Si l'on consulte, en effet, les auteurs on est frappé du flottement qui existe chez eux dans la délimitation de plusieurs espèces et l'on est conduit naturellement à se demander quelle valeur spécifique peuvent bien avoir ces créations indécises. Or, en comparant entre eux de nombreux matériaux pour se faire une opinion, on a l'impression très nette que ces prétendues espèces n'existent pas réellement dans la nature et qu'elles ne sont que des variations ou des formes de passage, elles-mêmes très instables. »

Ce genre, très caractéristique avec sa soie ptéropleurale fortement développée et ses parafaciaux armés de quelques soies, comprend à notre sens trois espèces.

#### Tableau des espèces.

1. Aile à ongle presque deux fois plus long que le quatrième segment costal ; coude de m1 deux fois plus éloigné de la pointe de l'aile que de m-cu ; palpes jaunâtres. .... *impressa* V. d. W.
- Aile à ongle à peu près de la même longueur que le quatrième segment costal ; coude de la nervure m1, au plus, une fois et demie plus éloigné de la pointe de l'aile que de m-cu. .... 2.
2. Palpes noirs ; aile à nervure m-cu coupant m1 en un point plus éloigné de rm que du coude de m1 ; troisième soie parafaciale (la plus basse) environ de même importance que la première ..... *trepida* MEIG.
- Palpes jaunâtres ; aile à nervure m-cu, coupant m1 en un point situé à peu près à égale distance de rm et du coude de m1 ; troisième soie parafaciale (la plus basse) moitié moins importante que la première.

*erythrocer*a R. D.

*B. erythrocer*a ROBINEAU-DESVOIDY, 1830, *Essai sur les Myodaires*, p. III.

= *flavescens* R. D., 1830, *Essai sur les Myodaires*, p. II2.

= *ruficornis* ZETT., 1844, *Dipt. Scand.*, III, p. 1019-1020.

= *flavipalpis* R. D., 1863, *Dipt. env. de Paris*, I, p. 832.

= *curvinervis* ZETT., 1844, *Dipt. Scand.*, III, p. 1018.

= *cuneicornis* ZETT., 1844, *Dipt. Scand.* III, p. 1080.

= *ambigua* MEIG., (nec Fallen), 1824, *Syst. Besch.*, IV, p. 298, n° 103.

Il semble bien, après VILLENEUVE (1909) et O. RINGDHAL (1945) qui a revu les types de ZETTERSTEDT, que cette espèce ait été redécrite plusieurs fois par des auteurs qui tenaient uniquement compte de la couleur des articles antennaires. C'est ainsi que *B. erythroceræ* R. D. a les deux premiers articles antennaires fauves ainsi que *B. flavescens* R. D. ; l'espèce que ZETTERSTEDT nomme *ruficornis* n'a que le deuxième article antennaire fauve ; *flavipalpis* de ROBINEAU-DESVOIDY a « les antennes noires avec un peu de fauve à l'extrême sommet du deuxième article ». D'autre part *curcinervis* ZETT. aurait des antennes noires ou brunes. D'après le descripteur cette espèce différerait de *ruficornis* ZETT. par la position de m-cu qui couperait m-r en un point plus éloigné du coude que de r-m. Toutes ces formes ont en commun les palpes jaunâtres ce qui nous incline à les réunir à *B. erythroceræ* R. D. O. RINGDHAL revoyant les types de ZETTERSTEDT (1945, *Op. entom.*, X, p. 26-35) considère toutes ces espèces comme équivalentes à *B. trepida* MEIG. ; nous pensons au contraire que l'espèce de ROBINEAU-DESVOIDY se sépare de l'espèce de MEIGEN non seulement par la couleur des palpes mais par d'autres caractères comme la présence de deux fortes soies parafaciales seulement, la troisième étant nettement atténuée (à peine la moitié de la première) et parfois même absente.

Long. 7-10 mm. Tête recouverte d'une pruinosité blanc-jaunâtre y compris la bande frontale. Antennes noires à deuxième article recouvert d'une pruinosité gris-argentée laissant apparaître l'extrémité étroitement bordée de rougeâtre. Palpes jaunes rougeâtres, parfois très légèrement rembrunis à l'apex. Thorax et scutellum noirs à pruinosité gris-argentée laissant apparaître à la base deux courtes bandes noires. Ailes gris-jaunâtres : épaulette et basicosta noirs. Cuillerons blanc-jaunâtres à frange dorée. Balanciers jaunâtres à tête noirâtre. Pattes noires. Abdomen noir brillant offrant à la base des tergites 3-4-5 une large bande de pruinosité blanc-argentée.

Tête à yeux nus ; front, vu de dessus, une fois un quart à une fois et demie aussi large que chaque œil ; bande frontale élargie en arrière, une fois un quart plus large en son milieu que chacun des parafrontaux ; parafaciaux presque aussi larges en leur milieu que le troisième article antennaire, armés de trois soies recourbées vers le bas dont la troisième est moitié moins importante que la première, parfois une 4<sup>e</sup> piliforme ; parafaciaux couverts de petits poils sur les deux tiers de leur surface ; soies frontales arrivant presque à la hauteur de l'extrémité du deuxième article antennaire ; faciaux à quelques vibrisses dont certaines sont piliformes ; péristome large comme environ un quart du grand diamètre de l'œil. Antennes à troisième article une fois et demie aussi long que le deuxième ;

chète antennaire à premier article très court, deuxième deux ou trois fois plus long, épaississement du troisième dépassant nettement le milieu de sa longueur. Palpes claviformes.

Thorax à prosternum nu ; ptéropleure avec une très forte soie ; épaule à quatre fortes soies (ae, bi, be, bm) ; soies préalaires plus courtes que les dc. Aile à cellule R5 ouverte sur la marge ; cs4 à peine moins long que l'onglet ; épine costale peu distincte ; nervure r1 nue ; r4 + 5 à ciliation dépassant nettement r-m, mais n'atteignant pas la moitié de la portion située entre r-m et l'extrémité.

Abdomen à deuxième tergite excavé jusqu'à sa marge ; à fortes soies discales sur les tergites 3-4-5.

C'est une espèce commune et répandue dans toute l'Europe. Les hôtes connus sont des *Noctuidae* : *Orthosia stabilis* SCHIFF., *incerta* HUFN., *gracilis* SCHIFF. et des *Tortricidae* : *Epiblema sordidana* HB.

*B. trepida* MEIGEN, 1824, Syst. BESCHR., IV, p. 300 (N° 106)

= *nigripalpis* R. D., 1863, *Dipt. env. de Paris*, I, p. 835.

= *nigrita* R. D., 1863, *Dipt. env. de Paris*, I, p. 832.

= *vulgaris* R. D., 1863, *Dipt. env. de Paris*, I, p. 834.

= *subcincta* ZETT, 1844, *Dipt. scand.* III, p. 1026 (n° 15).

Long. 6-9 mm. Tête recouverte d'une pruinosité blanc-argentée, bande frontale brun-rougeâtre. Antennes noires à deux derniers articles recouverts d'une pruinosité gris-jaunâtres, extrémité du deuxième article étroitement bordée de rougeâtre. Palpes noirs. Thorax et scutellum noirs à pruinosité gris-argentée laissant apparaître à la base deux courtes bandes noires. Ailes gris-jaunâtres ; épaulette et basicosta noirs. Cuillerons blanc-jaunâtres à frange dorée. Balanciers jaunâtres à tête noirâtre. Pattes noires. Abdomen noir brillant offrant à la base des tergites 3-4-5 une large bande de pruinosité blanc-argentée.

Tête à yeux nus ; front, vu de dessus, une fois un quart à une fois et demie aussi large que chaque œil ; bande frontale élargie en arrière, une fois et demie plus large, en son milieu, que chacun des parafrontaux, parafaciaux presque aussi larges, en leur milieu, que le troisième article antennaire et armés de trois soies recourbées vers le bas dont la première et la troisième sont environ d'égale importance ; parafaciaux couverts de petits poils sur la presque totalité de leur surface ; soies frontales atteignant l'extrémité du deuxième article antennaire ; faciaux à quelques vibrisses dont quelques-unes piliformes ; péristome large comme environ un quart du grand diamètre de l'œil. Antennes à troisième article près de deux fois aussi long que le deuxième ; chète antennaire à premier article très court, deuxième article deux ou trois fois plus long, épaississement du troisième article dépassant nettement le milieu de sa longueur. Palpes claviformes.

Thorax à prosternum nu ; ptéroleure avec une très forte soie ; épaule à quatre fortes soies (ae, be, bm, bi) ; soies préalaires plus courtes que les dc. Aile à cellule R5 ouverte sur la marge ; cs4 à peine moins long que l'onglet ; épine costale peu distincte ; nervure r1 nue ; r4 — 5 à ciliation dépassant nettement r-m mais n'atteignant pas la moitié de la portion située entre r-m et l'extrémité. Abdomen à deuxième tergite excavé jusqu'à sa marge ; à fortes soies discales sur les tergites 3-4-5.

C'est une espèce commune et largement répandue (au nord, jusqu'en Laponie : RINGDHAL) dans la région paléarctique. On lui connaît les hôtes suivants : Lépidoptères *Noctuidae* : *Mamestra persicariae* L. ; *Tholera decimalis* PODA (— *popularis* F.) ; *Orthosia gothica* L. ; *Anarta myrtilli* L. ; *Autographe gamma* L. ; *Abrostola triplasia* L. — *Tortricidae* : *Epiblema sordidana* Hb. Hyménoptères *Tenthredinidae* : *Diprion pini* L.

*B. impressa* V. d. WULP, 1869, *Tijdschr. v. Entom.*, XII, p. 139-40

Long. 8-10 mm. Tête recouverte d'une pruinosité blanc-jaunâtre y compris la bande frontale. Antennes noires à deuxième article rougeâtre, saupoudré d'une légère pruinosité grise. Palpes jaune-rougeâtres. Thorax et scutellum noirs à pruinosité gris-argentée laissant apparaître, à la base, deux courtes bandes noires. Ailes gris-jaunâtres ; épaulette et basicosta noirs. Cuillerons blancs à frange dorée. Balanciers jaunâtres. Pattes noires. Abdomen noir brillant offrant à la base des tergites 3-4-5 une large bande de pruinosité blanc-argentée.

Tête à yeux nus ; front, vu de dessus, une fois et demie plus large que chaque œil, bande frontale élargie en arrière, à peine un peu plus large, en son milieu, que chacun des parafrontaux ; parafaciaux plus larges, en leur milieu, que le troisième article antennaire et armés de trois soies recourbées vers le bas dont la plus basse est piliforme et la moyenne bien plus forte que la première, au moins du double ; parafaciaux couverts de petits poils sur les deux tiers de leur surface ; soies frontales atteignant l'extrémité du deuxième article antennaire ; faciaux à quelques vibrisses ; péristome large comme environ un quart du grand diamètre de l'œil. Antennes à troisième article deux fois plus long que le second ; chète antennaire à premier article très court, second deux ou trois fois plus long, épaissement du troisième article dépassant nettement le milieu de sa longueur. Palpes claviformes.

Thorax à prosternum nu ; ptéroleure avec une très forte soie ; épaule à quatre soies (ae, be, bm, bi) ; soies préalaires plus courtes que les dc. Aile à cellule R5 fermée sur la marge ; cs4 au moins deux fois moins long que l'onglet ; la costale présente une sinuosité marquée à la hauteur du quatrième segment ; épine costale peu distincte ; nervure r1 nue ; r4 + 5 à ciliation dépassant nettement r-m et allant plus loin que la moitié de la portion située entre r-m et l'extrémité.

Abdomen à deuxième tergite excavé jusqu'à sa marge, à fortes soies discales sur les tergites 3-4-5.

En dehors de la Hollande, d'où elle fut décrite, je connais cette espèce d'U. R. S. S. et de Yougoslavie (Palić, où je l'ai capturée en nombre, au mois d'août).

2. Genre *Hypovoria* VILLENEUVE, 1912

*Bull. Mus. Hist. Nat. Paris*, XVIII, p. 510

Gt. *Hypovoria hilaris* VILL.

= *Catalinovoria* T. TOWNSEND, 1926, *Ins. Ins. Mens.*, XIV, p. 37.

= *Sthenopleura* ALDRICH, 1926, *Trans. Ann. Ent. Soc.*, LII, p. 18.

Ce genre est bien caractérisé par la présence d'une forte soie ptéropleurale et l'absence de soies orientées vers le bas sur les parafaciaux qui sont au moins aussi larges, à mi-hauteur, que la largeur du troisième article de l'antenne. Sur l'aile le coude de *m*1 est prolongé par une véritable nervure. Aucune soie discale n'est visible sur les tergites abdominaux. On connaît deux espèces dans l'ancien monde, toutes deux décrites par VILLENEUVE dont l'une placée initialement dans le genre *Voria* doit se ranger dans un sous-genre particulier. Le genre néarctique *Catalinovoria* T. T. (= *Sthenopleura* Ald.) n'est tout au plus qu'un sous-genre d'*Hypovoria* VILL.

Tableau des espèces.

1. Nervure *r*1 nue ; cellule *R*5 nettement pétiolée (sg. *Hypovoria* s. str.).  
*hilaris* VILLN.
- Nervure *r*1 ciliée ; cellule *R*5 non nettement pétiolée (sg. *Catalinovoria* T. T.)..... 2.
2. Angle du coude de *m*1 droit à prolongement très court long environ comme *r*-*m*, cellule *R*5 close sur la marge ou très étroitement pétiolée, tap peu oblique (Europe) ..... *pilibasis* VILLN.
- Angle du coude de *m*1 obtus à prolongement plus long que *r*-*m* cellule *R*5 ouverte sur la marge; tap nettement oblique (Amérique) *cauta* T. T.

*H. (Hypovoria) hilaris* VILL. — 1912, *Bull. Mus. Hist. Nat. Paris*, XVIII, p. 510

Long. 9-10 mm. — Tête à face et parafaciaux recouverts d'une pruinosité blanc-argentée ; rebord buccal jaunâtre ; bande frontale brunâtre. Palpes jaunes. Antennes noires à deux premiers articles rougeâtres, le premier rembruni. Thorax et abdomen noirs à pruinosité cendrée laissant, sur les tergites, la marge postérieure noire. Ailes grises à base et bord

costal jaune roux ; épaulette noire, basicosta brunâtre. Cuillerons blancs à frange jaune. Pattes noires.

Tête à yeux nus. Front deux fois aussi large que chaque œil vu de dessus, à bande frontale une fois et demie plus large que chaque parafrontal ; parafaciaux aussi larges ou un peu plus que la largeur du troisième article antennaire, sans soies parafaciales orientées vers le bas et offrant des poils noirs dans sa partie supérieure ; faciaux presque sans petites vibrisses ; péristome large comme la moitié du grand diamètre de l'œil. Antennes à troisième article trois fois aussi long que le deuxième. Chète antennaire plus long que le 3<sup>e</sup> article de l'antenne, le 2<sup>e</sup> article très long (5 ou 6 fois le premier) et le troisième article épaissi presque jusqu'au bout. Palpes étroits très légèrement renflés à l'extrémité.

Thorax et prosternum non ciliés, à ptéropleur armé d'une très forte soie ; épaupe à 4 soies (ae, bm, bi, be) ; soie préalaire faible. Aile à cellule R5 pétiolée ; à épine costale forte ; r1 nue ; r4 + 5 ciliée depuis sa base jusqu'à la moitié de la section comprise entre r-m et le pétiole ; m-cu coupant m1 nettement après le milieu ; coude de m1 prolongé par une nervure plus longue que le segment de m1 compris entre l'intersection de m-cu et le coude.

Abdomen à deuxième tergite excavé jusqu'à sa marge ; pas de soies discales.

Connue d'Afrique du Nord où elle vole au printemps. Tunisie: Sfax (localité typique), Tunis (INGELS) ; Maroc: Ras el arba (RUNGS) ; Sehoul (15 km de Rabat) endoparasite du *Noctuidae* : *Laphygma exigua* HBN (P. BREMOND). Elle aurait été retrouvée au Danemark en deux exemplaires éclos d'un *Noctuidae* : *Cucullia chamomillae* SCHIFF. (W. LUNDBECK, 1927).

*H. (Catalinovia) pilibasis* VILL., 1922, *Ann. Sci. Nat. (Zool.)*, V, p. 339.

Cette rare espèce, placée dans le genre *Voria* par VILLENEUVE, n'a jamais été retrouvée, semble-t-il, en dehors de sa localité d'origine : Prizren (Albanie). Elle se différencie aisément de l'espèce précédente par son aile à nervure r1 ciliée au moins jusqu'à la moitié de sa longueur, l'angle du coude de m1 droit, le prolongement du coude très court, environ de la longueur de r-m, la cellule R5 close sur la marge ou légèrement pétiolée ; la nervure cu1 est aussi porteuse de quelques cils. Ces caractères permettent aussi de la distinguer de l'espèce américaine : *canta* T. T. (1926, *Ins. Ins. Mens.*, XIV, p. 37) dont elle est cependant très proche. Nous la plaçons pour cette raison dans le sous-genre *Catalinovia* T. T. créé pour l'espèce américaine.



#### PLANCHE IV

8. Tête, vue de profil de *Blepharigena erythrocerus* R. D.
9. Aile de *Blepharigena erythrocerus* R. D.
10. Aile de *Blepharigena impressa* V. d. W.
11. Tête, vue de profil, de *Hypovoria hilaris* VILL.
12. Aile de *Hypovoria hilaris* VILL.
13. Tête, vue de profil, de *Hypovoria (Catalinovia) cauta* T. T.
14. Aile de *Hypovoria (Catalinovia) cauta* T. T.

## VORINA

3. Genre *Cyrthophleba* RONDANI, 1856*Dipt. italic. prodrom.*, I, p. 68Gt. *Tachina ruricola* MEIG.= *Plagia* MEIGEN (p. parte) *Syst. Besch.*, VII, 1838, p. 201.

Nous adoptons ce nom avec cette orthographe, le premier employé par RONDANI qui, dans les années suivantes, lui a fait subir quelques variations :

*Cyrthophleba* et *Cyrthoplaeba* (1857, *Dipt. ital. prod.*, II, p. 13).*Cyrthophloebe* (1859, *Dipt. ital. prod.*, III, p. 187).

De plus, ce nom fut corrigé en *Cyrthophlebia* par BRAUER-BERGENSTAMM (1891).

Genre très reconnaissable à ses yeux velus, à son prosternum souvent cilié, à son aile à coude de m1 avec un long prolongement. Ces caractères ont été invoqués par certains auteurs pour intégrer dans ce genre les espèces du genre *Steiniomyia* T. T., cependant les soies parafaciales nombreuses formant une rangée qui atteint le niveau inférieur de l'œil et les faciaux presque sans vibrisses permettent de distinguer aisément le genre *Cyrthophleba* ROND.

## Tableau des espèces.

1. Tergites abdominaux 3 et 4 sans soie discale ; aile à prolongement du coude de m1 très long et atteignant 2/3 ou au moins 3/5 de la distance entre le coude et la marge de l'aile ..... *ruricola* MEIG.
- Tergites abdominaux 3 et 4 avec des soies discales et marginales (on retrouve ce caractère chez les espèces néarctiques *C. coquilleti* ALD. et *C. nitida* CUR.) ; aile à prolongement du coude de m1 ne dépassant pas 1/4 à 1/3 de la distance entre le coude et la marge de l'aile.  
*vernalis* KRAM.

*C. ruricola* MEIGEN, 1824, *Syst. Bech.*, IV, p. 299 (n° 104)= *C. buccata* B. B., 1894, *Denk. Akad. wiss. Wien*, LXI, p. 618.= *T. stenoptera* MACQ., 1833, *Soc. sci. Lille*, p. 268.

Long. 7-10 mm. — Tête à pruinosité blanc-argentée, bande frontale noirâtre. Antennes à deux premiers articles brunâtres et recouverts d'une pruinosité grise, troisième article noir ; chète antennaire noir. Palpes jaunes. Thorax noir à pruinosité gris-argentée laissant apparaître à la base quatre bandes noires dont les externes sont environ trois fois plus larges que les centrales. Ailes gris-jaunâtres ; épaulette et basicosta noirs. Cuillères blanc-jaunâtres. Balanciers jaunâtres. Pattes noires. Abdomen noir

brillant offrant à la base des tergites 3-4-5 une large bande de pruinosité blanc-argentée.

Tête à yeux velus, front deux fois aussi large que chaque œil vu de dessus, à bande frontale élargie en arrière, à peine un peu plus large, au milieu, que chacun des parafrontaux ; parafaciaux parsemés de petits poils et armés de fortes soies recourbées vers le bas descendant jusqu'à la limite inférieure du grand diamètre de l'œil ; soies frontales atteignant l'extrémité du deuxième article antennaire ; faciaux à quelques vibrisses ; péristome large comme au plus le sixième du grand diamètre de l'œil. Antennes à troisième article environ un tiers plus long que le deuxième ; chète antennaire à deuxième article deux fois plus long que le premier, épaissement du troisième article atteignant plus de la moitié de la longueur. Palpes claviformes.

Thorax à prosternum cilié (des exemplaires récoltés en Suisse par le Dr HERTING et vus par M. L. MESNIL avaient cependant un prosternum nu) à ptéroleure sans forte soie ; épaule à 3 fortes soies ; soie préalaire courte au moins un tiers moins importante que les dc. Ailes à cellule R<sub>5</sub> étroitement fermée sur la marge, à quatrième segment costal près de la moitié plus court que l'onglet, à épine costale à peine différenciée ; coude de m<sub>1</sub> prolongé par un long pli ombré, une fois et demie à deux fois plus long que le segment délimité par le coude de m<sub>1</sub> et l'intersection de m-cu sur m<sub>1</sub>.

Abdomen à deuxième tergite excavé jusqu'à sa marge postérieure, à fortes soies discales sur le dernier tergite seulement.

On s'accorde avec VILLENEUVE (1909) à considérer *C. nigripalpis* RONDANI (1859, *Dipt. ital. prod.* III, p. 189) comme une variété à palpes brun-noirs de cette espèce. ROBINEAU-DESVOIDY (1863, *Dipt. env. de Paris*, I, p. 824) a décrit par la suite *C. villosa* qui est un individu de *C. ruricola* à palpes noirs donc synonyme de l'espèce de RONDANI.

Largement répandue en Europe et en Moyen-Orient où on lui connaît des Lepidoptères Noctuides comme hôtes (*Mamestra bicolorata* HFN, *Euclidimera mi* CKL., *Ectypa glyphica* L. et plus souvent encore *Apopstes spectrum* ESP.). Les pupes sont remarquables par leur forme globulaire.

*C. vernalis* KRAMER, 1919-20, *Ber. naturw. ges. Isis Bautzen*, p. 91-98.

Cette espèce se différencie de la précédente par son abdomen dont les troisième et quatrième tergites portent des soies discales et à son chète antennaire dont le deuxième article est juste un peu plus long que large. M. L. MESNIL qui possède un cotype dans sa collection nous a signalé que le scutellum porte de chaque côté une soie aussi forte que les apicales et située entre la soie apicale et subapicale tandis que l'espèce précédente en

est dépourvue. De plus l'expansion occipitale est armée de 3 à 4 soies au bord antérieur tandis que *ruvicola* n'en a qu'une accompagnée d'un poil.

Récoltée par KRAMER en avril à Tränke (Oberlausitz) et en Suède par O. RINGDAHL.

#### 4. Genre *Uclesia* GIRSCHNER, 1901

Wien. Ent. Zeit., XX, p. 69-70

Gt. *Uclesia fumipennis* GIRSCH.

Ce genre est bien distinct par ses soies parafaciales nombreuses (au moins quatre) descendant jusqu'au bord inférieur de l'œil ; ses antennes à troisième article au moins trois fois plus long que le second et dont le chète antennaire possède un deuxième article 3 ou 4 fois plus long que le premier ; son aile à nervure *rr* nue et à épine costale très forte ainsi que son épaulement armée de 3 fortes soies (*bm*, *be* et *ae*). Ainsi caractérisé il correspond bien à la description du sous-genre *Chaetovoria* donnée par VILLENEUVE (1920, *Ann. Soc. Ent. Belgique* LX, p. 118) mais qu'il avait placé dans le genre *Voria*. Ajoutons que *Pseudovoria* est un synonyme que RINGDAHL (1942, *Op. ent. Lund*, VII, p. 63) a créé ignorant le nom donné par VILLENEUVE.

#### Tableau des espèces.

1. Deuxième tergite abdominal (premier visible) excavé jusqu'à sa marge postérieure ; troisième article du chète antennaire épaissi jusqu'aux deux tiers ; rebord buccal visible de profil et redressé vers l'avant. Parafaciaux plus étroits que le troisième article de l'antenne... (sg. *Chaetovoria* VILLN) ..... *antennata* VILLN.
- Deuxième tergite abdominal avec une impression n'atteignant pas son bord postérieur ; chète antennaire épaissi jusqu'au bout. Parafaciaux au moins deux fois plus larges que le troisième article de l'antenne : (sg. *Uclesia* s. st.)..... 2.
2. Aile à cellule R5 longuement pétiolée, antenne à premier article noir ou sombre ..... *fumipennis* GIRSCH.
- Aile à cellule R5 s'ouvrant étroitement sur le bord costal ; deux premiers articles antennaires jaunes ..... *melancholica* MESN.

*U. (Uclesia) fumipennis* GIRSCH, 1901, *Wien. Ent. Zeit.*, XX, pp. 69-70.

Long. 8-9 mm. — Tête à face et parafaciaux à pruinose blanc-argentée, à rebord buccal et péristome jaune-rougeâtre ; bande frontale noir-brun. Antennes noires à deuxième article jaune-rougeâtre. Palpes noirs à extrémité rougeâtre. Thorax et abdomen noirs à pruinose cendrée formant sur l'abdomen des taches chatoyantes. Ailes grises à base jau-

nâtre ; épaulette noire ; basicosta noirâtre. Cuillerons blanchâtres. Balanciers bruns à tête noire. Pattes noires.

Tête à yeux nus. Front deux fois aussi large que chaque œil vu de dessus ; à bande frontale deux fois aussi large que chaque parafrontal, parafaciaux au moins trois fois plus larges que le troisième article antennaire, à soies parafaciales atteignant presque le bord inférieur de l'œil et offrant quelques minuscules poils sur toute leur surface ; rebord buccal très court invisible de profil quoique redressé vers l'avant ; faciaux presque sans petites vibrisses ; péristome large au moins comme les deux tiers du grand diamètre de l'œil. Antennes longues à troisième article 4 fois aussi long que le deuxième ; chète antennaire épaissi presque jusqu'à son extrémité, à deuxième article très long au moins 4 à 5 fois le premier. Palpes étroits légèrement renflés vers leur partie distale.

Thorax à prosternum non cilié, à ptéropleure sans forte soie ; épauule à deux fortes soies (basales externe et médiane) et une plus faible correspondant à l'antéro-externe ; soie préalaire piliforme. Aile à cellule R<sub>5</sub> longuement pétiolée, à épine costale très forte ; r<sub>4</sub> + 5 ciliée aux trois quarts de la portion située entre la base et r-m ; m-cu aboutissant sur m<sub>1</sub> plus près de r-m que du coude de m<sub>1</sub> ; ce dernier est deux fois plus éloigné de la pointe de l'aile que de m-cu et prolongé par un court pli ombré. Pattes à tarses longs.

Abdomen à deuxième tergite non excavé jusqu'à sa marge ; à soies discales présentes sur le dernier tergite.

Cette rare et remarquable espèce est connue d'Espagne : Uclès (localité typique) parasitant un *Lasiocampidae* : *Chondrostege vandalicia* MLL. ; du Maroc : Rabat (élevée par BREMOND de *Lasiocampa trifolii* Esp.) et collection BEZZI ; STEIN (1924) a vu cette espèce dans la collection ENGEL provenant de Kan (Asie mineure) et éclore d'un *Noctuidae* : *Simyra dentinosa* FRR.

*U. (Uclesia) melancholica* MESN., 1953,  
*Bull. et Ann. Soc. Ent. Belg.*, LXXXIX, p. 171-172.

Cette espèce placée par son descripteur dans le genre *Chaetovoria* VILLN. doit à notre avis se placer dans le sous-genre *Uclesia*. Elle possède en effet la majorité des caractères de l'espèce précédente dont elle peut se distinguer par les caractères suivants :

Tête à bande frontale rouge brun. Antennes noires à deux premiers articles jaunes. Palpes bruns. Abdomen noir, d'un blanc cendré sur la moitié ou les deux tiers antérieurs des tergites.

Tête à péristome large comme la moitié du grand diamètre de l'œil. Antennes longues à troisième article trois fois aussi long que le deuxième. Palpes très étroits, amincis vers leur extrémité, à peine plus longs que la moitié du troisième article antennaire. Aile à cellule R<sub>5</sub> s'ouvrant étroite-

ment très loin avant l'apex si bien que le quatrième segment costal (cs4) est deux fois plus court que l'onglet (cs6). Le coude de m1 est près de quatre fois plus éloigné de la marge postérieure de l'aile que de m-cu et trois fois plus éloigné de l'extrémité de m1 que de m-cu ; tap aussi longue que la distance entre rm et le coude de m1 ; ce dernier prolongé par un long pli ombré.

Type de Palestine, 1946, Coll. J. PALMONI.

*U. (Chaetovoria VILLN) antennata VILLN., 1920,*  
*Ann. Soc. Ent. Belg., LX, p. 118-19.*

Long. 8-9 mm. — Tête à pruiniosité blanc-argentée ; bande frontale brun-rouge. Antennes noires à deux premiers articles rougeâtres à leur sommet. Palpes brunâtres. Thorax et abdomen noir luisant. Ailes grises légèrement lavées de jaune à la base ; épaulette et basicosta noirs. Cuillerons blanc jaunâtre. Balanciers jaunâtres à tête brune. Pattes noires.

Tête à yeux nus. Front une fois et demie aussi large que chaque œil vu de dessus, à bande frontale une fois et demie plus large que chaque parafrontal, soies parafaciales atteignant presque le bord inférieur de l'œil ; parafaciaux plus étroits que la largeur des antennes, rebord buccal fortement redressé et bien visible de profil ; faciaux presque sans petites vibrisses ; péristome large comme au moins la moitié du grand diamètre de l'œil. Antennes longues, à troisième article au moins quatre fois plus long que le deuxième et nettement plus large que les parafaciaux à mi-hauteur ; chète antennaire épaissi jusqu'aux  $2/3$ , à deuxième article très long au moins cinq fois le premier. Palpes étroits légèrement renflés à leur extrémité.

Thorax à prosternum non cilié, à ptéropleure sans forte soie ; épauule à trois soies (ae, bm, be) ; soie préalaire piliforme. Aile à cellule R5 s'ouvrant sur le bord costal loin avant l'apex ; épine costale très forte ; r4 + 5 ciliée aux  $3/4$  de la portion située entre la base et r-m ; m-cu coupant m1 au milieu ; coude de m1 prolongé par un court pli ombré. Pattes à tarses longs.

Abdomen à deuxième tergite excavé jusqu'à sa marge postérieure ; à soies discales uniquement présentes sur le dernier tergite.

A été principalement récoltée dans les parties montagneuses de l'Europe. Le type a été capturé en France dans les Hautes-Alpes vers 2 300 m (Col du Galibier). Depuis elle a été trouvée en Suède : Storlien ; Undersåker (RINGDHAL) ; en Autriche : Trafoi (RIEDEL) et en Italie (BEZZI).

5. Genre *Klugia* ROBINEAU-DESVOIDY, 1863  
*Hist. nat. des Dipt. des env. de Paris*, I, p. 787.  
*Gt. Tachina marginata* MEIG.

= *Ptilopareia* B. B. (1889, *Denkschr. Akad. Wiss. Wien*, LVI, p. 101)  
 (1891, *Denkschr. Akad. Wiss. Wien*, LVIII,  
 p. 354)  
 (1893, *Denkschr. Akad. Wiss. Wien*, LX, p. 147).

Diffère du genre précédent par son aile à coude de la nervure un  
 moins anguleux et sans prolongement marqué ; son chète antennaire à deux  
 premiers articles subégaux ; son épaule à 4 soies ; son abdomen à soies  
 discales sur les tergites. On ne connaît qu'une seule espèce.

*K. marginata* MEIGEN, 1824, *Syst. Besch.*, IV, p. 301 (n° 107)  
 = *palpalis* R. D. (1863, *Hist. Nat. Dipt. env. Paris*, I, p. 789)  
 = *albiseta* R. D. (1863, *Hist. Nat. Dipt. env. Paris*, I, p. 789)  
 = *macquarti* R. D. (1863, *Hist. Nat. Dipt. env. Paris*, I, p. 833).

Il est valable d'admettre *Athrycia macquarti* comme synonyme de  
 cette espèce. ROBINEAU-DESVOIDY a en effet donné un nouveau nom à  
 une espèce que MACQUART (1848, *Ann. Soc. Ent. France*, VI, p. 97)  
 rapprochait de *Plagia marginata* MEIG. disant qu'il différait « de la descrip-  
 tion de MEIGEN par les antennes dont le troisième article est plus du double  
 du second au lieu d'être presque de la même longueur ». Ce caractère  
 pourrait suggérer un rapprochement avec *Uclesia antennata* VILLN ;  
 cependant la présence de « deux soies au milieu des deuxième et troisième  
 segments de l'abdomen », le dessin de l'aile (bien que comportant une  
 erreur manifeste avec la nervure 11 ciliée) et de la tête font reconnaître  
 sans doute cette espèce.

Long. 7,5-10 mm — Noir à reflets bleuâtres. Tête à face, parafaciaux,  
 péristome à pruinosité argentée ; à rebord buccal jaune rougeâtre ; bande  
 frontale noir mat. Antennes noir mat. Palpes brun-foncé. Aile fortement  
 lavée d'ocre surtout dans la partie supérieure et basale ; épaulette et  
 basicosta noirs. Cuillerons blancs. Balanciers ocracés à tête brune. Pattes  
 noires. Abdomen à tergites 3-4-5 légèrement cendrés à leur base sur les  
 côtés.

Tête à yeux nus. Front très large, deux fois aussi large que chaque  
 œil vu de dessus ; bande frontale un peu plus large que chaque para-  
 frontal ; parafaciaux à mi-hauteur à peu près aussi larges que le troisième  
 article antennaire et offrant de minuscules poils ; à soies parafrontales  
 nombreuses atteignant presque le bord inférieur de l'œil ; soies frontales  
 atteignant la hauteur du deuxième article antennaire ; faciaux presque  
 sans petites vibrisses, à grande vibrisse insérée au niveau du rebord



# PLANCHE V

15. Tête, vue de profil, de *Uclesia* (*Chaetovoria*) *antennata* VILL.
16. Aile de *Uclesia* (*Chaetovoria*) *antennata* VILL.
17. Tête, vue de profil, de *Uclesia* *fumipennis* GIRSCHN.
18. Aile de *Uclesia* *fumipennis* MEIG.
19. Tête, vue de profil, de *Klugia* *marginata* MEIG.
20. Aile de *Klugia* *marginata* MEIG.

buccal ; péristome large comme plus de la moitié du grand diamètre de l'œil ; occiput sans microchètes noirs derrière les cils postoculaires. Antenne à troisième article près de deux fois plus long que le second ; chète antennaire à deux premiers articles subégaux, épaississement du troisième article n'atteignant pas le milieu. Palpes claviformes à peu près de la longueur du troisième article antennaire.

Thorax à prosternum non cilié, à ptéropole sans forte soie, épaule à quatre fortes soies (ae, bi, bm, be), soie préalaire assez forte environ comme la moitié de la première intra-alala. Aile à cellule R<sub>5</sub> s'ouvrant étroitement assez près de l'apex ; épine costale très forte et longue ; troisième segment costal deux fois et demie plus long que le quatrième segment ; ongle presque aussi long que cs<sub>4</sub> ; ciliation de r<sub>4</sub> + 5 dépassant à peine r-m ; coude de m<sub>1</sub> arrondi, non prolongé par un pli ombré ou parfois à peine marqué, situé à égale distance de m-cu et de l'extrémité de m<sub>1</sub> ; m-cu coupant m<sub>1</sub> à peu près en son milieu. Pattes à tarses longs.

Abdomen à deuxième tergite non excavé jusqu'à sa marge postérieure à fortes soies discales sur les derniers tergites.

Largement répandue en Europe centrale et septentrionale mais rare partout. En France on la connaît aussi bien du Nord que du Midi (Varg : Le Beausset ; Hautes-Pyrénées : Tarbes) .

#### 6. Genre *Voria* ROBINEAU-DESVOIDY, 1830

*Essai sur les Myodaires*, p. 195

Gt. *Tachina ruralis* FALL.

= *Plagia* MEIGEN, 1838, *Syst. Besch.*, VII, p. 201.

Par une malheureuse désignation le genre *Plagia* tombe en synonymie avec le genre de ROBINEAU-DESVOIDY. En effet MEIGEN plaçait dans son genre *Plagia* 6 espèces : *ambigua*, *trepida*, *verticalis*, *marginata*, *ruricola*, *elata* ; or, en 1856 RONDANI (*Dipt. ital.* I, p. 69) créait le genre *Cyrtophleba* pour l'espèce à yeux velus : *ruricola* et désignait *Tachina verticalis* MEIG. comme type du genre *Plagia*. Ainsi une double synonymie, *verticalis* MEIG. (1824) étant égal à *ruralis* FALL. (1810), lui-même identique à *latitrons* R. D. (1830) qui est le type du genre *Voria*, a entraîné la perte du genre *Plagia*. Par la suite *Klugia* R. D. fut créé pour *marginata* MEIG., tandis qu'*elata* MEIG. était le génotype de *Steiniomyia* T. T.

Ce genre est bien caractérisé par ses nervures r<sub>1</sub> et r<sub>4</sub> + 5 portant de petits cils et ses soies parafaciales ne descendant pas jusqu'au bord inférieur de l'œil. On ne connaît qu'une espèce largement répandue dans la région paléarctique.

## Tableau des espèces.

1. Abdomen présentant une paire de petites soies discales sur le quatrième tergite ; aile à nervure *cui* portant 1 à 5 cils espacés vers sa base (espèce africaine) ..... *V. capensis* VILLN.
- Abdomen sans soies discales sauf sur le dernier tergite ; aile à nervure *cui* sans cils ..... 2.
2. Antenne à troisième article plus de deux fois aussi long que le deuxième article (espèce orientale) ..... *V. edentata* BAR.
- Antenne à troisième article moins de deux fois aussi long que le deuxième article (espèce paléarctique) ..... *V. ruralis* FALL.

*V. ruralis* FALLÉN, 1810, *Vet. Akad. Handl.*, XXXI, p. 265.

== *verticalis* MEIGEN, 1824, *Syst. Besch.*, IV, p. 299 (n° 105).

== *latifrons* R. D., 1830, *Essai sur les Myodaires*, p. 196.

== *transversa* MACQ., 1848, *Ann. Soc. Ent. France*, VI, p. 96.

== *operosa* R. D., 1863, *Dipt. env. de Paris*, I, p. 827.

== *brasiliiana* T. T. (1).

On peut considérer *ambigua* FALLÉN, 1810, *Vet. Akad. Handl.*, XXXI, p. 275 et *interrupta* ZETT, 1844, *Dipt. Scand.*, III, p. 1020 qui lui est synonyme, comme une variété à palpes flaves.

Long. 7-10 mm. — Tête recouverte d'une pruinosité blanc-argentée y compris la bande frontale. Antennes noires à deuxième article recouvert d'une pruinosité gris-argentée. Palpes brun-noirs à extrémité rougeâtre. Thorax et scutellum noirs à pruinosité gris-argentée laissant apparaître à la base quatre bandes noires. Ailes gris-jaunâtres ; épaulette et basicosta noirs. Cuillerons blanc-jaunâtres à frange dorée. Balanciers jaunâtres à partie centrale noirâtre. Pattes noires. Abdomen noir brillant offrant à la base des tergites 3-4-5 une large bande de pruinosité blanc-argentée peu nettement délimitée.

Tête à yeux nus ; front une fois un quart à une fois et demie aussi large que chaque œil, vu de dessus ; bande frontale élargie en arrière, à peine plus étroite au milieu que chacun des parafrontaux ; parafaciaux étroits et armés d'une forte soie recourbée vers le bas, elle est suivie de deux soies souvent piliformes dont une représente, dans quelques cas, au plus le tiers de l'importance de la première ; l'ensemble des soies parafaciales n'atteint jamais la limite inférieure de l'œil ; parafaciaux couverts de petits poils dans leurs deux tiers supérieurs ; soies frontales atteignant

(1) R. CORTES (1943, *Boll. San. Veg. Chile*, III, p. 142) parlant de cette espèce indique : « Es possible que *V. brasiliiana* T. T., de Brazil y *V. ayersai* BRET., de Argentina, sean sinonimos de esta especie cosmopolita, como ya ha sido sugerido por VILLENEUVE (1931, *Bull. Ann. Soc. Ent. Belg.*, « LXXI, p. 38) y por E. E. BLANCHARD (1937, *Rev. Soc. Ent. Arg.*, IX, p. 47). » L. MESNIL qui a examiné des exemplaires de *V. brasiliiana* T. T. communiqués par R. CORTES n'a trouvé aucune différence avec *V. ruralis* FALL.

l'extrémité du deuxième article antennaire ; faciaux à quelques vibrisses dont quelques-unes piliformes ; péristome large comme un tiers à un quart du grand diamètre de l'œil. Antennes à troisième article environ une fois et demie aussi long que le deuxième ; chête antennaire à deux premiers articles subégaux, épaississement du troisième article atteignant la moitié de sa longueur. Palpes claviformes.

Thorax à prosternum nu ; ptéroleure sans forte soie ; épaule à quatre fortes soies (ae, be, bm, bi) ; soies préalaires courtes. Aile à cellule R<sub>5</sub> ouverte sur la marge ; cs<sub>4</sub> un peu plus court que l'onglet ; épine costale indistincte ; coude de m<sub>1</sub> prolongé par un court pli ombré représentant environ la moitié de la longueur du segment délimité par le coude de m<sub>1</sub> et l'intersection de m-cu sur m<sub>1</sub> ; cette intersection se situe nettement plus loin que le milieu ainsi le premier segment (limité par r-m et cette intersection) est une fois et demie à deux fois plus long que le deuxième limité par le coude.

Nervure r<sub>1</sub> ciliée sur toute sa longueur ; r<sub>4</sub> + 5 à ciliation dépassant à peine r-m.

Abdomen à deuxième tergite excavé jusqu'à sa marge ; à fortes soies discales uniquement sur le dernier tergite.

C'est une espèce largement répandue et très commune. Les principaux hôtes connus sont des Lépidoptères *Nymphalidae* : *Vanessa atalanta* L. ; *Arctiidae* : *Eucharia festiva* HUF. ; *Noctuidae* : *Autographa gamma* L. ; *A. iota* L. ; *Plusia chrysis* L. ; *Tholera decimalis* PODA ; *Anarta myrtilis* L. ; *Mamestra brassicae* L. ; *Mythimna unipuncta* HAW. *Lymantriidae* : *Lymantria dispar* L. (Yougoslavie) et des Hyménoptères *Tenthredinae* : *Diprion pini* L.

s. sp. *ciliata* nov.

Nous avons examiné un exemplaire provenant de Chine (Suiyre, Szechuen, D. C. GRAHAM, 11-XII.-1929) qui diffère du type par son aile à nervure r<sub>4</sub> + 5 ciliée très au-delà de r-m et ses soies parafaciales dont la troisième est presque aussi forte que les deux premières, pouvant ainsi constituer, au moins, une sous-espèce.

*V. capensis* VILLENEUVE, 1935, *Rev. Zool. Bot. Afric.*, XXVII, p. 138

La description de son auteur est la suivante :

« Aspect de *Voria ruralis* FALL. : palpes jaunis au bout ; une seule longue soie tournée vers le bas, sur les parafaciaux. Caractérisé par la nervure I entièrement ciliée ; la nervure III ciliée très au-delà de ta et la nervure V portant trois cils espacés vers sa base. L'abdomen présente une paire de soies discales sur le tergite III et de nombreuses discales éparses sur le tergite IV. Sud-Africain : 1 mâle. »

Cette espèce est répandue en Afrique centrale et méridionale et coexiste avec *V. ruralis* Fall.

*V. edentata* BARANOFF, 1932, *Diptera*, VI, p. 83-84.

Long. 8-9 mm. — Tête recouverte d'une pruinosité blanc-argentée ; bande frontale brun rougeâtre. Antennes noires à deux premiers articles recouverts d'une forte pruinosité gris-argentée. Palpes jaunâtres. Thorax et scutellum noirs à pruinosité gris-argentée laissant apparaître à la base quatre bandes noires. Ailes gris-jaunâtres ; épaulette et basicosta noirs. Cuillerons blanc jaunâtre à frange dorée. Balanciers jaunâtres à partie centrale noirâtre. Pattes noires. Abdomen noir brillant offrant à la base des tergites 3-4-5 une large bande de pruinosité blanc-argentée peu nettement délimitée.

Tête à yeux nus ; front une fois un quart aussi large que chaque œil vu de dessus, bande frontale élargie en arrière ; parafaciaux étroits et armés d'une forte soie recourbée vers le bas suivie d'une soie piliforme (caractère visible sur un côté seulement du type) ; parafaciaux couverts de petits poils dans les deux tiers supérieurs ; soies frontales atteignant presque l'extrémité du deuxième article antennaire ; faciaux à quelques vibrisses dont quelques-unes piliformes ; péristome large comme environ un quart du grand diamètre de l'œil. Antennes à troisième article deux fois et demie aussi long que le deuxième ; chète antennaire à deux premiers articles subégaux, épaissement du troisième article n'atteignant pas la moitié de sa longueur. Palpes claviformes.

Thorax à prosternum nu ; ptéroleure sans forte soie ; épau à quatre fortes soies (ae, be, bm, bi) ; soies préalaires courtes. Aile à cellule R5 ouverte sur la marge ; cs4 aussi long que l'onglet ; épine costale indistincte ; m-cu coupant m1 un peu plus loin que son milieu : le premier segment (entre r-m et l'intersection de m-cu) à peine une fois un quart plus long que le deuxième segment (entre l'intersection de m-cu et le coude).

Abdomen à deuxième tergite excavé jusqu'à sa marge ; à fortes discales sur le dernier tergite.

Le type, qui se trouve au Deutschen Entomologischen Museum, provient de l'île de Taïwan : Kankau, récolté en juillet-août 1912, par H. SAUTER.

#### 7. Genre *Afrovororia* CURRAN, 1938

*Amer. Mus. Novit.*, n° 985

Gt. *Afrovororia munroi* CUR.

= *Voria* subg. *Anavoria* MESNIL, 1953, *Bull. et Ann. Soc. Ent. Belgique*, LXXXIX, p. 170.

A ce remarquable genre doit se rattacher sans conteste le sous-genre

*Anavoria* créé par L. MESNIL pour son espèce *indica* : ses caractères le placent dans une position intermédiaire entre les genres *Voria* R. D. et *Steiniomyia* T. T. Du premier il se distingue par ses parafaciaux sans soies orientées vers le bas, son chète antennaire court ; sa nervure r<sub>4</sub> - 5 nue et du second par ses yeux nus, son aile sans épine costale distincte, à coude de m<sub>1</sub> droit et prolongé par un pli ombré beaucoup plus court que le segment compris entre l'intersection de m-cu et le coude.

#### Tableau des espèces.

1. Aile : m-cu formant avec m un angle de 60°. Soies frontales fines ; parafaciaux extrêmement étroits en bas, au niveau de la grande vibrisse (plus étroits à ce niveau que la base des palpes). Scutellum à fine pilosité couchée, portant une seule paire de sétules dressés, plus une paire apicale ..... *indica* MESN.
- Aile : m-cu formant avec m un angle de 45° environ. Soies frontales fortes ; parafaciaux nettement plus larges que l'extrémité des palpes. Scutellum portant 6-8 sétules dressés ..... *munroi* CUR.  
*A. indica* MESN., 1953, *Bull. et Ann. Soc. Ent. Belgique*, LXXXIX, p. 170-171.

Femelle : long. 6 mm. Tête à dense pruinosité blanc-argentée ; bande frontale rousse en arrière, noire en avant. Antennes à deuxième article jaune. Palpes jaunes. Thorax et scutellum d'un blanc cendré, passant au gris noir sous un certain angle. Ailes hyalines un peu laiteuses à nervures jaunes ; épaulettes et basicosta noirs. Cuillerons blancs. Balanciers bruns. Pattes noires. Abdomen comme chez *Voria ruralis* FALL. mais les bandes de pruinosité sont plus nettes.

Tête à yeux nus ; à parafaciaux étroits entièrement nus et sans aucune soie orientée vers le bas ; soies frontales descendant plus bas que le deuxième article antennaire ; soies ocellaires fines ; faciaux presque sans vibrisses. Antennes courtes et étroites à troisième article une fois et demie aussi long que le deuxième ; chète antennaire très court pas plus long que le troisième article de l'antenne. Palpes nus, épaissis en boule à leur extrémité.

Thorax à prosternum non cilié, 2 ac postsuturales ; ptéropleure sans forte soie. Aile sans forte épine costale, à deuxième segment costal très court, long comme un cinquième du troisième segment ; r<sub>1</sub> ciliée ; coude de m<sub>1</sub> formant un angle droit et prolongé par un pli ombré beaucoup plus court que le segment compris entre l'intersection de m-cu et le coude ; nervure m-cu courte, droite, aboutissant peu après le milieu de cu<sub>1</sub> et coupant m<sub>1</sub> en un point deux fois plus éloigné du coude que de r-m ; nervure anale longue, droite et oblique s'arrêtant avant la marge. Hanches des pattes antérieures entièrement pubescentes.

Abdomen sans soie discale sur les derniers tergites ; cinquième tergite hérissé de soies courtes et nombreuses.

Le type a été récolté à Dehra Dun (Inde) comme parasite d'un *Noctuidae* : *Acontia intersepta* GUEN. qui dévore les feuilles de *Kydia calycina*.

*A. munroi* CURRAN, 1938, *Amer. Mus. Novit.*, n° 985

Cette espèce est très voisine de la précédente et s'en sépare, en plus des caractères déjà indiqués dans le tableau, par ses palpes légèrement claviformes et finement velus et la présence (peut-être accidentelle dans l'échantillon que nous avons observé) de deux petites soies discales au tergite 4.

On la rencontre en Afrique du Sud : Barberton, Warmbaths (Transvaal). Les holotypes, allotypes et paratypes sont au « Transvaal Museum » de Prétoria.

#### 8. Genre *Steiniomyia* T. TOWNSEND, 1932

*Ann. mag. Nat. Hist.*, 10, IX, p. 54-55

*Gt. Plagia elata* MEIG.

= *Neuroplagia* T. T., 1932, *Journ. N. Y. Ent. Soc.*, XL, p. 479 (*Gt. Plagia nudinerva* VILL.).

= *Afroplagia* CUR., 1938, *Amer. Mus. Nov.*, n° 985 (*Gt. Afroplagia fasciata* CUR.).

Les caractères qui différencient ce genre du précédent sont très nombreux et ont été en partie indiqués plus haut. Divers auteurs avaient placé ces formes dans le genre *Cyrtophleba* à cause de leurs yeux velus. Si certains caractères comme la ciliation du prosternum, les en rapprochent, l'épaule à quatre fortes soies, l'absence de soies parafaciales dirigées vers le bas et les vibrisses remontant jusqu'au milieu de la face suffisent pour les en éloigner.

On y reconnaît trois espèces.

#### Tableau des espèces.

- |  |                        |
|--|------------------------|
| 1. Aile à onglet deux fois plus long que le quatrième segment costal ;<br>nervure 11 nue ..... | <i>nudinerva</i> VILL. |
| — Aile à onglet au plus une fois et demie plus long que le quatrième<br>segment costal.....    | 2.                     |
| 2. Aile à nervure 11 nue .....   | <i>fasciata</i> CUR.   |
| — Aile à nervure 11 ciliée.....  | <i>elata</i> MEIG.     |

*S. elata* MEIGEN, 1838. *Syst. Besch.*, VII, p. 201-202, n° 6.

= *P. aurifluae* v. d. Wulp, 1869, *Ent. Tijdschr.*, XII, p. 137-39.

= *P. setosa* BRISCH., 1869, *Schrift. naturf. Ges. Danzig N. F.*, VI, p. 21.

Long. 8-9 mm. — Tête à face, parafrontaux et parafaciaux à pruinosité blanc-argentée ; bande frontale brunâtre plus foncée à l'avant qu'en arrière. Antennes noires à deux premiers articles étroitement brunâtres à l'extrémité. Palpes jaunes. Thorax et scutellum noirs à légère pruinosité blanchâtre. Ailes grises, jaunâtres à la base ; épaulette et basicosta noirs. Cuillerons blancs. Balanciers brun clair. Pattes noires. Abdomen noir à tergite 3-4-5 à pruinosité blanche à leur base.

Tête à yeux grands et velus ; front une fois un quart aussi large que chaque œil vu de dessus ; bande frontale étroite, une fois et demie plus étroite que chaque parafrontal ; parafaciaux environ un tiers plus étroits, à mi-hauteur, que la largeur du troisième article antennaire, sans soies parafaciales dirigées vers le bas et avec quelques poils à la base ; faciaux avec des vibrisses fortes remontant au moins jusqu'au milieu de la face ; soies frontales descendant très bas, jusqu'à mi-hauteur des parafaciaux ; péristome étroit atteignant à peine le sixième de la longueur du grand diamètre de l'œil. Antennes longues à troisième article deux fois et demie plus long que le deuxième article ; chète antennaire à deuxième article très long (5 à 6 fois plus long que le premier), troisième article à épaississement dépassant nettement le milieu. Palpes claviformes.

Thorax à prosternum cilié, à ptéropole sans forte soie ; épaupe à quatre fortes soies (ae, bm, bi, be) ; soie préalaire assez forte environ la moitié des dc. Aile à quatrième segment costal plus long que l'onglet, à épine costale longue et forte, r1 ciliée à la base, r4 + 5 ciliée sur une grande partie de sa longueur, coude de m1 prolongé par une nervure longue, une fois et demie aussi longue que le segment délimité par le coude de m1 et l'intersection de m-cu sur m1.

Abdomen à deuxième tergite excavé jusqu'à sa marge postérieure, à fortes discales sur les derniers tergites.

Semble répandu dans toute l'Europe. France (Forêt d'Evreux) ; Allemagne, Tchécoslovaquie ; Hollande.

Eclos d'un *Lymantriidae* : *Porthesia similis* FUESSL. (V. d. Wulp ; Čepelák).

*S. nudinerva* VILLENEUVE, 1920, *Ann. Soc. Ent. Belgique*, LX, p. 200

Décrite comme variété sur un individu provenant d'Espagne, elle fut élevée au rang d'espèce par son auteur (1922, *Ann. Sci. Nat. (Zool.)*, V, p. 339-40) qui se justifia de la façon suivante :

« Cette soi-disant variété est bien une espèce distincte. Outre la nervure I nue, on remarque, chez *Plagia nudinerva* que la distance entre la petite nervure transverse et la transverse apicale est égale à la moitié du prolongement après le coude, tandis que chez *Plagia elata* cette distance mesure toute la longueur dudit prolongement. Il en résulte que la première cellule postérieure se termine chez *Plagia nudinerva* plus en avant que l'extrémité de l'aile. »

*S. fasciata* CURRAN, 1938, *Amer. Mus. Novit.*, n° 985

Cette espèce placée par CURRAN dans le genre *Afroplagia* qu'il créa pour la circonstance est en fait très proche de l'espèce européenne : *elata* MEIG. dont elle diffère surtout par l'absence de cils sur la nervure 11.

Les allotypes, qui se trouvent au « Transvaal Museum » à Pretoria et ont été récoltés à Wartburg (Natal) le 31-12-1915, nous ont été très aimablement communiqués par le Dr MUNRO.

9. Genre *Nanoplagia* VILLENEUVE, 1928  
*Bull. Soc. Roy. Ent. d'Egypte*, XII, p. 45  
*Gt. Plagia hilfi* STROBL

On reconnaît rapidement ce genre à ses parafaciaux plus larges, à mi-hauteur, que la largeur du troisième article antennaire, entièrement couverts de petits poils et ne portant aucune soie dirigée vers le bas ; ses soies frontales n'atteignant pas la hauteur du troisième article de l'antenne ; son chète antennaire à deux premiers articles subégaux ; son aile à épine costale indistincte, à prolongement ombré long, ses 4 fortes soies à l'épaule. C'est en quelque sorte l'équivalent du genre *Hypovoria* dans la sous-tribu des *Blepharigeniina*. C'est actuellement un genre monospécifique.

*N. hilfi* STROBL, 1902, *Glasn. zem. Mus. Bosn. Herceg.*, XIV, p. 486

Il est très vraisemblable que *Przibramiella pontica* SÜST. (1934, *Ann. Sci. Univ. Jassy*, XIX, p. 370) soit synonyme de cette espèce, cependant dans sa description l'auteur indique que le deuxième article du chète antennaire est deux fois plus court que le troisième et coudé ce qui est en opposition avec le caractère de cette espèce. S'agit-il d'un exemplaire anormal ou détérioré ?

D'autre part nous avons cru devoir corriger l'orthographe originale *hilfi* en *hilfii* étant donné que cette espèce a été dédiée, comme l'indique son auteur, à M. HILF.

Long. 9-11 mm. — Tête à face et parafaciaux recouverts d'une pruinosité blanc-argentée ; rebord buccal jaunâtre ; bande frontale brune sau-

poudrée de pruinosité blanche. Palpes jaunes. Antennes noires à deux premiers articles orangés, le premier rembruni. Thorax et abdomen noirs à pruinosité cendrée laissant à la base du mésonotum quatre bandes noires et n'occupant que l'extrême base des tergites abdominaux. Ailes grises à nervures jaunes à la base et à la partie supérieure ; épauvette noire, basicosta brune. Cuillerons blancs à frange jaunâtre. Balanciers brun clair. Pattes noires à genoux très étroitement brunâtres.

Tête à yeux nus ; front très large au moins deux fois et demie aussi large que chaque œil vu de dessus ; bande frontale près de trois fois aussi large que chaque parafrontal ; parafaciaux deux fois plus larges, en leur milieu, que la largeur du troisième article antennaire et entièrement recouverts de petits poils ; faciaux presque sans petites vibrisses ; péristome large comme environ la moitié du grand diamètre de l'œil ; trois Oe dont celle du milieu est trois fois moins forte que les deux autres. Antennes à troisième article plus de trois fois la longueur du deuxième ; chète antennaire moins long que le troisième article antennaire, à deux premiers articles courts et à troisième épaissi presque jusqu'au bout. Palpes étroits.

Thorax à prosternum non cilié ; ptéroplore sans forte soie ; épauve à quatre fortes soies (ae, bm, bi, bc) ; deux soies préalaires faibles. Aile à cellule R<sub>5</sub> s'ouvrant étroitement assez loin de l'apex ; onglet près de trois fois aussi long que es<sub>4</sub> ; épine costale indistincte ; r<sub>1</sub> ciliée dans son tiers basal avec un cil isolé au début du troisième tiers ; r<sub>4</sub> + 5 ciliée depuis sa base et dépassant nettement r-m ; m-cu très oblique coupant m<sub>1</sub> près du coude qui est prolongé par une nervure près de quatre fois aussi longue que le segment compris entre l'intersection de m-cu sur m<sub>1</sub> et le coude.

Abdomen à deuxième tergite excavé jusqu'à sa marge ; pas de soies discales sur les tergites.

VILLENEUVE a décrit une variété *sinaïca* (1909, in A. KNEUCKER : Zool. Ergebnisse zweier in den Jahren 1902 und 1904 durch die Sinaihalbinsel unternommener botan. studienreisen nebst zool. beobacht. aus Ägypten, Palästina und Syrien. I Teil, p. 81 in Verhandl. Naturwiss. Vereins, XXI, Karlsruhe) qu'il caractérise de la façon suivante :

« Bei dieser neuen Varietät fehlte die genaue Fundortsangabe. Wahrscheinlich wurde sie im Südwesten in der Zeit zwischen dem 21 und 24 gefunden (Sinaï). Differt a larum vena prima longitudinali etiam basi ciliata. »

Semble répandu dans le bassin méditerranéen : Yougoslavie (Serbie : Niš) ; Roumanie ; Afrique du Nord (Algérie : Laghouat ; Maroc).

10. *Mesnilovoria* nov. gen.  
Gt. *Nanoplusia petiolata* VILL.

Nous créons ce genre en prenant pour génotype une espèce que VILLENEUVE avait placée dans son genre *Nanoplusia*. Les caractères

les plus saillants permettant de séparer ce genre du précédent sont : la longueur du deuxième article du chète antennaire, la faible obliquité de la nervure m-cu, la longueur minime du pli ombré qui prolonge le coude de m1 et l'épaule armée de 3 fortes soies seulement (bi oblitérée).

### Tableau des espèces.

1. Prosternum cilié ; aile à cellule R5 plus ou moins longuement pétiolée ; épine costale longue et forte ; corps gris cendré ; palpes jaunes.  
*petiolata* VILL.
- Prosternum nu ; aile à cellule R5 non pétiolée, épine costale indistincte ; corps noir ainsi que les palpes ..... *nigrescens* MESN.

*M. petiolata* VILLENEUVE, 1928, *Bull. Soc. Ent. d'Egypte*, XII, p. 45

Long. 7-8 mm. — Tête à pruinose gris-argentée ; bande frontale rougeâtre. Antennes à deux premiers articles jaune-roussâtres, troisième article noir roussâtre à la base et couvert d'une pruinose grise ; chète antennaire brun foncé. Palpes jaunes. Thorax et scutellum à pruinose gris-argentée. Ailes gris-jaunâtre, épauvette noire, basicosta brunâtre. Cuillerons blanc laiteux. Balanciers jaunâtres. Pattes brun noir à genoux étroitement jaunâtres. Abdomen à pruinose grise.

Tête à yeux nus ; front deux fois plus large qu'un œil vu de dessus, à bande frontale élargie en arrière, deux fois plus large au milieu que chacun des parafrontaux ; 2 Oe la troisième située au milieu est piliforme ; faciaux pratiquement sans vibrisses ; parafaciaux larges, sans soies retournées vers le bas, offrant quelques poils minuscules clairsemés sur toute sa surface ; soies frontales n'atteignant pas le troisième article antennaire ; péristome large comme la moitié du grand diamètre de l'œil. Antennes allongées à troisième article quatre fois aussi long que le deuxième ; chète antennaire allongé, épaissi aux 4/5 de sa longueur, à deuxième article au moins trois fois aussi long que le premier.

Thorax à prosternum cilié, à ptéropleure sans forte soie ; soie préalaire piliforme ; épaule à trois fortes soies (basale interne oblitérée). Aile à cellule R5 aboutissant à la costale par un pétiole plus ou moins court ; épine costale très longue et forte ; deuxième segment costal long environ comme le tiers du troisième segment, quatrième segment un peu plus court que l'onglet ; coude de la nervure m1 prolongé par un pli ombré plus court que le segment de m1 situé entre le coude et l'intersection de m-cu ; nervure r1 nue ; r4 + 5 ciliée depuis sa base jusqu'à rm ; m-cu non fortement oblique. Abdomen n'offrant que des soies marginales sauf sur le dernier tergite.

On la rencontre en Afrique du Nord (Egypte, Tunisie : Nefta (Dumont) ; Algérie : El Golea (Dumont) et en U. R. S. S.

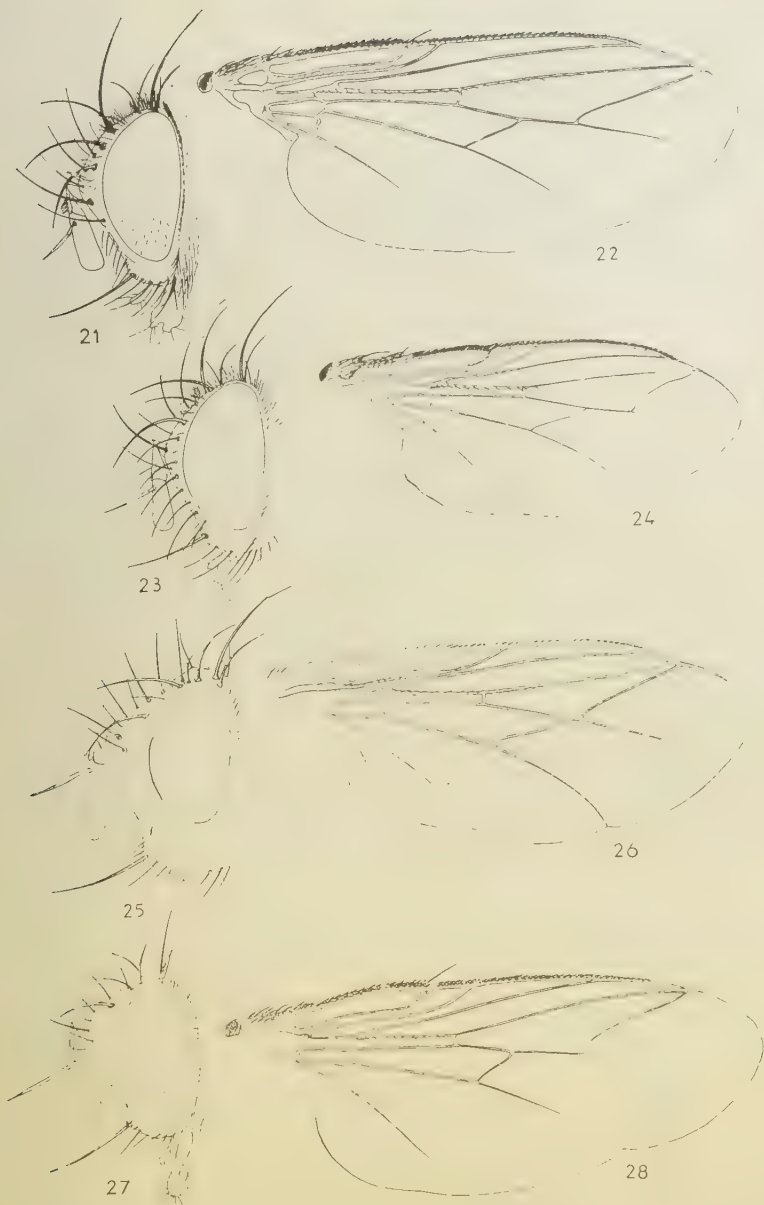


PLANCHE VI

21. Tête, vue de profil, de *Steiniomyia elata* MEIG.  
 22. Aile de *Steiniomyia elata* MEIG.  
 23. Tête, vue de profil, de *Cyrtophleba ruricola* MEIG.  
 24. Aile de *Cyrtophleba ruricola* MEIG.  
 25. Tête, vue de profil, de *Nanoplagia hilfi* STROBL.  
 26. Aile de *Nanoplagia hilfi* STROBL.  
 27. Tête, vue de profil, de *Mesnilovoria petiolata* VILL.  
 28. Aile de *Mesnilovoria petiolata* VILL.

*M. nigrescens* MESNIL, 1935, *Bull. et Ann. Soc. Ent. Belgique*, LXXXIX, p. 172-73.

Long. 4 mm. — Tête à antenne à deuxième article noirâtre, le troisième orangé à la base. Palpes noirs. Thorax d'un noir assez brillant à pruinose très légère, peu distincte. Ailes grises, jaune-brun à la base ; épaulette et basicosta noirs. Cuillerons jaunâtres. Balanciers bruns à tête noire. Pattes noires. Abdomen d'un noir brillant offrant seulement à la base des troisième et quatrième tergites une étroite bande transversale de pruinose blanchâtre légère.

Tête à yeux nus ; front deux fois plus large que chaque œil vu de dessus ; bande frontale élargie en arrière, deux fois plus large au milieu que chaque parafrontal ; 3 Oe d'à peu près même taille ; parafaciaux larges sans soies tournées vers le bas et n'offrant que quelques poils minuscules dans leur moitié supérieure ; péristome large comme le tiers du grand diamètre de l'œil. Antennes allongées à troisième article quatre fois aussi long que le deuxième, chète antennaire très court épaissi aux 4/5 de sa longueur.

Thorax à prosternum non cilié, sans forte soie ptéropleurale. Aile à cellule R5 s'ouvrant étroitement sur la marge de l'aile ; nervure r1 nue ; nervure r4 + 5 ciliée depuis sa base jusqu'à r-m ; épine costale indistincte Cs2 à peine plus long que le quart de Cs3 ; m-cu peu oblique, coupant cu un peu après son milieu. Pattes à tarses courts ; premier article des tarses postérieurs un peu épaissi.

Abdomen n'offrant que des soies marginales sauf sur le dernier tergite.

Type de Palestine, 13-II-1940 (Coll. Dr A. SCULOV).

*Reçu pour publication le 6 avril 1957.*

# OBSERVATIONS ET EXPÉRIMENTATIONS SUR LA ROUILLE NOIRE DES CÉRÉALES ET DES GRAMINÉES AU COURS DES ANNÉES 1954 A 1956

PAR

**L. GUYOT et M. MASSENOT**

Laboratoire de Botanique, École Nationale d'Agriculture de Grignon

## PLAN DU MÉMOIRE

- I. — Évolution de la Rouille en nature.
- II. — Comportement des variétés au champ.
- III. — Contamination des *Berberis* en serre.
- IV. — Étude expérimentale des souches de Rouille noire en serre.
- V. — Résumé.

Les observations en nature et les recherches expérimentales sur la Rouille noire (*Puccinia graminis*) des céréales et des Graminées ont été poursuivies en 1954, 1955 et 1956, au Laboratoire de Botanique de l'École Nationale d'Agriculture de Grignon, de la même façon qu'au cours des années précédentes <sup>(1)</sup>.

## I. — EVOLUTION DE LA ROUILLE NOIRE EN NATURE

Les premières manifestations de la Rouille noire en nature ont été observées à Grignon aux dates suivantes :

années	sur Seigle	sur Blé	sur Avoine
1954 .....	24 juin	27 juin	17 juillet
1955 .....	20 juin	24 juin	8 juillet
1956 .....	7 juillet	25 juillet	?

De nombreuses Graminées appartenant aux genres *Aegilops*, *Agropyrum*, *Avena*, *Dactylis*, *Elymus*, *Festuca*, *Hordeum*, *Lolium*, *Phleum*, *Sesleria*, *Trisetum* et *Vulpia* ont porté la Rouille noire avec une plus ou moins grande intensité.

(1) GUYOT (L.) et MASSENOT (M.) : Observations et Expérimentations sur la Rouille noire des céréales et des Graminées au cours des années 1951 à 1953 (*Ann. Epiph.*, VI, 1955, pp. 89-118).

Au cours de ces trois années, les dégâts provoqués sur les céréales ont été peu importants. La Rouille noire a fait une apparition tardive en 1954 et ne s'est pas développée par suite surtout de températures anormalement basses pour la saison et d'une faible insolation ; en 1955, l'apparition tardive de la maladie et l'extrême faiblesse des précipitations n'ont pas permis à la maladie de se répandre rapidement malgré une température élevée favorable ; en 1956 enfin, la destruction d'une grande partie des Blés semés à l'automne, l'apparition extrêmement tardive de la maladie et les températures relativement basses de l'été ont influé sur l'intensité finale de la Rouille noire, qui ne s'est manifestée avec une certaine gravité que sur les variétés très tardives semées au printemps.

L'apparition et la dissémination de la Rouille noire sont, en effet, étroitement liées aux conditions météorologiques de l'année.

L'apparition de la Rouille noire sur le Blé dépend surtout des facteurs météorologiques régnant dans les quinze jours antérieurs et réalisant des conditions favorables à la germination des spores tombant sur les feuilles ou les chaumes de la céréale.

	pluies en mm.	temp. min.	temp. max.
1954 : du 13 au 27 juin .....	10,5	5,5-15 (11)	15,5-30,5 (23)
1955 : du 10 au 24 juin .....	8	1 -16 (9,7)	15 -28 (21)
1956 : du 11 au 25 juillet.....	13,6	7 -15 (11)	18 -24 (21)

L'extension de la Rouille noire est liée surtout au nombre de jours dont le parasite dispose pour se disséminer et se multiplier jusqu'à la maturité de la céréale et aux conditions météorologiques qui règnent pendant cette période.

	nombre de jours	pluies en mm.	temp. min.	temp. max.
1954 : du 27 juin au 17 juillet .....	19	46	3,5-15,5 (9,1)	17,5-23 (20,3)
1955 : du 24 juin au 10 juillet .....	17	5	5 -15 (10,4)	19,5-31 (24,1)
1956 : du 25 juillet au 10 août.....	16	17	3,8-16,2 (10,2)	17,5-31 (22,8)

La gravité de l'attaque de Rouille noire dépend enfin, dans une grande mesure, de la nature des races du parasite qui interviennent en culture.

En 1954, aucune race vraiment virulente n'a été isolée à Grignon.

En 1955, la race 21 a été isolée le plus souvent à Grignon, tandis que la race 34, virulente, isolée tardivement <sup>(1)</sup>, n'a probablement pas eu le temps de se développer beaucoup en raison de la faible pluviosité pendant la période critique.

En 1956, les races 21 et 75 ont été isolées dans la région de Grignon.

Notons que, dans le Midi de la France, la Rouille noire est apparue très tardivement en 1956, environ trois à quatre semaines plus tard que d'habitude. Ainsi la Rouille noire ne s'est manifestée que vers le 10 juin

(1) Il s'agit de la souche T 185, prélevée sur Blé à Grignon en août 1955 et expérimentalement étudiée (après hivernation) en 1956.

à Montpellier <sup>(1)</sup> ; cependant, le 18 juin, près de Pont-Saint-Esprit (Gard), nous avons observé une attaque déjà ancienne et importante de la maladie dans une culture de Blé installée dans un fond humide, attaque dont nous estimons l'apparition aux alentours du 28 mai.

## II. — COMPORTEMENT DES VARIÉTÉS AU CHAMP

Au cours de ces trois dernières années, la faible intensité de l'attaque de Rouille noire n'a pas permis d'attacher une grande signification aux notations qui ont été faites.

Ainsi, en 1954, sur les 281 variétés de Blé en observation, 81 sont demeurées indemnes, 154 faiblement ou très faiblement attaquées, 37 assez atteintes, 9 seulement ont montré une attaque intense ou très intense.

En 1955, sur les 194 variétés de Blé en observation, 13 sont demeurées indemnes, 144 ont été faiblement ou très faiblement attaquées, 32 assez atteintes et 4 seulement ont montré une attaque intense.

Aucune notation n'a pu être faite en 1956, en raison de l'apparition extrêmement tardive de la maladie.

## III. — CONTAMINATION DES BERBERIS EN SERRE

Hôtes téléutosporifères	Nombre de provenances essayées			Nombre de contaminations positives sur <i>Berberis</i>		
	en 1954	en 1955	en 1956	en 1954	en 1955	en 1956
<i>Aegilops</i> .....	3	4	1	1	0	0
<i>Agropyrum</i> .....	1	3	2	1	0	0
<i>Agrostis</i> .....	2	—	—	1	—	—
<i>Arrhenatherum</i> .....	1	2	3	0	0	2
<i>Avena</i> .....	1	7	—	0	0	—
<i>Bromus</i> .....	—	3	1	—	0	1
<i>Cynosurus</i> .....	—	1	—	—	0	—
<i>Dactylis</i> .....	1	4	—	0	0	—
<i>Elymus</i> .....	3	—	1	1	—	0
<i>Festuca</i> .....	2	2	1	0	0	0
<i>Haynaldia</i> .....	—	6	—	—	0	—
<i>Hordeum</i> .....	3	18	—	1	0	—
<i>Koeleria</i> .....	1	—	—	0	—	—
<i>Lagurus</i> .....	—	1	—	—	0	—
<i>Lolium</i> .....	1	—	1	0	—	1
<i>Phalaris</i> .....	—	1	—	—	0	—
<i>Phleum</i> .....	2	—	1	0	—	0
<i>Poa</i> .....	1	1	—	0	1	—
<i>Secale</i> .....	1	1	—	1	0	—
<i>Trisetum</i> .....	1	1	—	1	0	—
<i>Triticum</i> .....	9	6	31	4	2	12
	33	61	45	11	3	18

(1) Nous remercions vivement M. R. CHEVALIER pour les renseignements qu'il nous fournit chaque année concernant l'évolution de la Rouille noire à Montpellier et pour le matériel qu'il nous envoie ; nos remerciements vont également à MM. M. BENOIST, de la Coopérative agricole d'Arles, DUMAIL, de l'E. R. A. d'Ondes (Haute Garonne), et J. PIAT, de la ferme expérimentale de Lodes (Aude), pour leurs envois d'échantillons.

Le matériel téléutosporifère, récolté en diverses régions de France ou d'Afrique du Nord sur des hôtes variés et mis à hiverner au dehors, a été utilisé au printemps pour la contamination de jeunes plants de *Berberis vulgaris* en pots.

Les résultats des essais de contamination sont résumés dans le tableau précédent.

Le fort pourcentage d'échecs enregistré en 1955 est dû, semble-t-il, aux températures très basses qui ont sévi lors de l'expérimentation, au mois d'avril et au début du mois de mai.

#### IV. — ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DES SOUCHES DE ROUILLE NOIRE EN SERRE

Le nombre des contaminations expérimentales réalisées a été de 4 000 en 1954, de 2 000 en 1955 et de 2 500 en 1956 (s'ajoutant aux 44 000 contaminations réalisées au cours des années 1941 à 1953).

##### A) Rouille noire des Blés.

En 1954, 21 souches de *Puccinia graminis* en provenance des Blés ont été étudiées :

- T 136 : à partir d'urédospores recueillies sur *Baroota* à Alger (Algérie), 26 mai 1954.
- T 137 : *id.* sur *Ardennes Desprez* à Montpellier (Hérault), 11 juin 1954.
- T 138 : *id.* sur *Aquila* à Montpellier (Hérault), 11 juin 1954.
- T 139 : *id.* sur *Docteur Mazet* à Ginasservis (Var), 2 juillet 1954.
- T 140 : *id.* sur *Florence Aurore* à Saint-Martin-de-la-Brasque (Vaucluse), 2 juillet 1954.
- T 141 : *id.* sur *Alex* à Castelnaudary (Aude), 5 juillet 1954.
- T 142 : *id.* sur *Ouid Zenati 368* à Castelnaudary (Aude), 5 juillet 1954.
- T 143 : *id.* sur *Docteur Mazet* à Castelnaudary (Aude), 5 juillet 1954.
- T 144 : *id.* sur *Frontana* à Montpellier (Hérault), 7 juillet 1954.
- T 145 : *id.* sur *Bagé* à Montpellier (Hérault), 7 juillet 1954.
- T 146 : *id.* sur *Vilmorin 27* à Grignon (Seine-et-Oise), 10 juillet 1954.
- T 147 : *id.* sur *Maximum Cambier* à Grignon (Seine-et-Oise), 12 juillet 1954.
- T 148 : *id.* sur *Hybride de la Paix* à Grignon (Seine-et-Oise), 15 juillet 1954.
- T 149 : *id.* sur Blé à Ribérac (Gironde), 17 juillet 1954.
- T 150 : *id.* sur Blé à Clécy (Calvados), 24 juillet 1954.
- T 151 : *id.* sur Blé à Bréval (Seine-et-Oise), 30 juillet 1954.
- T 152 : *id.* sur Blé à Septeuil (Seine-et-Oise), 30 juillet 1954.
- T 153 : *id.* sur *Gentile Rosso* × *Noé* à Launac (Haute-Garonne), août 1954.
- T 154 : *id.* sur *Docteur Mazet* à Ondes (Haute-Garonne), août 1954.
- T 155 : *id.* sur Blé à Grignon (Seine-et-Oise), 16 août 1954.
- T 156 : *id.* sur Blé près Châlons-sur-Marne (Marne), 15 septembre 1954.

Nous joignons à ces 21 souches provenant du Blé 5 souches appartenant également à la f. sp. *tritici* de *P. graminis* et prélevées sur diverses Graminées ; ce sont :

- Aeg 7 : à partir d'urédospores recueillies sur *Aegilops ovata*, jardin botanique de Grignon (Seine-et-Oise), 3 septembre 1954.
- Ag 25 : *id.* sur *Agropyrum marginalatum*, Trick Adjir (Moyen-Atlas marocain), 2 000 m alt., 5 août 1954 (récolte M 63).
- Ag 26 : *id.* sur *Agropyrum marginalatum*, route Ifrane-Azrou à 6 km d'Ifrane (Moyen-Atlas marocain), 1 600 m alt., 6 août 1954 (récolte M 42).
- Br 7 : *id.* sur *Bromus ramosus* subsp. *benekeni*, entre Ifrane et Azrou à 6 km d'Ifrane (Moyen-Atlas marocain), 1 600 m alt., 6 août 1954 (récolte M 106).
- Ha 1 : *id.* sur *Havinaldia hordeacea*, entre Ifrane et Azrou à 6 km d'Ifrane (Moyen-Atlas marocain), 1 600 m alt., 6 août 1954 (récolte M 40).

L'identification des souches a été réalisée à l'aide des variétés différentielles nord-américaines ; le tableau I résume les résultats obtenus.

C'est la race 21 qui a été le plus fréquemment rencontrée en 1954 ; isolée sur *Agropyrum marginatum* dans les montagnes marocaines et sur Blé dans le sud de la France (le 11 juin) et dans la région parisienne (le 10 juillet), elle représente 62 p. 100 des prélèvements effectués en France métropolitaine.

La race 17, assez étroitement apparentée à la race 21, a été isolée sur *Agropyrum marginatum* dans les montagnes marocaines et sur Blé dans le sud et l'est de la France ainsi que dans le Bassin parisien.

La race 75, assez voisine des deux précédentes, a été isolée sur *Bromus ramosus* dans le Moyen Atlas marocain et sur Blé dans la région parisienne (le 30 juillet), dans les deux cas sous un biotype particulier (75 B) distinct du type par le fait qu'il donne sur *Reliance* un degré d'attaque du type i (au lieu de II+).

La race 24, proche aussi des races 17 et 21, a été isolée sur *Haynaldia hordeacea* dans le Moyen Atlas marocain.

Il est intéressant de noter que, dans les montagnes du Maroc, la f. sp. *tritici* sévit avec une forte intensité sur des Graminées vivaces (*Agropyrum marginatum*, *Bromus ramosus*, *Haynaldia hordeacea*), à endémisme plus ou moins marqué, dans des régions où les *Berberis* sont rares, et que ces Graminées portent précisément les races que l'on trouve le plus fréquemment dans les cultures de Blé d'Afrique du Nord et de France. Il est probable que ces régions montagneuses constituent des foyers naturels permanents de Rouille noire et que les épidémies qui sévissent en plaine en Afrique du Nord et en France ont là, en partie du moins, leur origine <sup>(1)</sup>.

La race 14 a été isolée sur Blé à la fois en Algérie (dès le 26 mai) et en France, également dans notre collection expérimentale de Graminées de Grignon sur *Aegilops ovata*.

La race 133, très différente des races précédentes, a été isolée sur Blé dans le sud-ouest de la France (en Gironde le 17 juillet) et dans la région parisienne (le 30 juillet).

La spécialisation parasitaire de certaines de ces souches a été étudiée sur diverses céréales ou Graminées ; le tableau II résume les principaux résultats de cette expérimentation <sup>(2)</sup>.

Enfin, le comportement de 72 variétés de Blé et de 18 Graminées à l'égard des souches T 113 (race 15) et T 118 (race 17), isolées en 1953 <sup>(2)</sup> et conservées en serre au stade urédo pendant l'hiver 1953-1954, a été

(1) L. GUYOT, G. MALENÇON et M. MASSENOT : De l'existence d'un foyer montagnard de Rouille noire du Blé (*Puccinia graminis tritici*) sur certaines Graminées indigènes du Moyen et du Haut-Atlas marocains (note présentée à la séance du 20 février 1957 de l'Académie d'Agriculture de France).

(2) La souche T 155 n'a été étudiée, dans son comportement vis-à-vis de quelques Graminées, qu'en 1955 et après hibernation en serre de l'urédo (voir tableau V).

TABLEAU I

Réaction des variétés différentielles nord-américaines de Blé à l'égard des souches de *Puccinia graminis tritici* en provenance des Blés et de quelques Graminées en 1954.

Variétés	T 136	T 137	T 138	T 139	T 140	T 141	T 142	T 143	T 144	T 145	T 146	T 147	T 148
Little Club 4066	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—
Marquis 3641	II	III+	III	III	III+	III—	III+	III	IV—	IV—	III+	IV—	IV—
Reliance 7370	I	III	I	III	I	I	III	I	I	I	I	I	I
Kofa 5878	III	III	III	III	III	III—	III+	III	III	III	III	III	III
Arnautka 1493	IV	IV	IV	IV	IV	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—
Mindum 5296	III+	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—
Spelmar 6236	III+	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—
Kubanka 1440	III+	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—
Acmé 5284	III	I+	II—	I+	O+	I+	I	I	O+	I	I	I	I
Einkorn 2433	I	O+	O+	O+	O+	O+	O+	O+	O+	O+	O+	O+	O+
Vernal 3686	I	O+	O+	O+	O+	O+	O+	O+	O+	O+	O+	O+	O+
Khapli 4103	I+	O+	O+	O+	O+	O+	O+	O+	O+	O+	O+	O+	O+
Race	14	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Variétés	T 149	T 150	T 151	T 152	T 153	T 154	T 155	T 156	Ag 7	Ag 25	Ag 26	R 7	Il. 1
Little Club 4066	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—
Marquis 3641	III+	II—	III	III+	III—	III—	III+	III	I+	III+	IV—	III	III
Reliance 7370	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Kofa 5878	I	I+	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Arnautka 1493	O+	IV—	O	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	III	III	III+	III	III
Mindum 5296	O+	IV—	O	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	III	III	III+	III	III
Spelmar 6236	O+	IV—	O	IV—	IV—	IV—	IV—	IV—	III	III	III+	III	III
Kubanka 1440	IV	IV	IV	IV	III+	III	IV—	IV—	III	III	IV—	IV—	IV—
Acmé 5284	IV	IV	I	O+	III+	I	III	III	III	III	I	I+	III
Einkorn 2433	O+	O	O+	O	O+	O+	O+	O+	O+	O+	O+	O+	O
Vernal 3686	O+	O	O	O	O+	O+	O+	O+	O+	O	O+	O+	O
Khapli 4103	O+	I	O	O	I	O+	O+	O+	O+	O	O+	O+	O
Race	133	14	133	75 B	17	21	17	17	14	17	21	75 B	21

étudié ; les résultats de cette expérimentation sont rapportés par le tableau III.

La variété *Thatcher* confirme sa haute résistance ; réfractaire aux races 14, 21 et 40, immune ou assez résistante (suivant les biotypes) à la race 15, elle est immune ou peu sensible (suivant les biotypes) à la race 17.

TABLEAU II

Réaction de quelques céréales et Graminées à l'infection par certaines souches de *Puccinia graminis tritici* en provenance des Blés et de quelques Graminées en 1954.

	Ag 25	Ag 26	Br 7	Ha 1	T 137	T 138	T 139	T 142	T 147	T 156	T 153
<i>Aegilops ovata</i> . . .	—	O	O	O	O	O+	i	O	O+	II -	III—
» <i>triuncialis</i> . . .	—	O	O	II+	O	I	O	O	I	O	i
» <i>ventricosa</i> . . .	—	I+	—	I+	I	III—	II+	I	II	O	—
<i>Agropyrum caninum</i> . . .	—	i	i	i	—	—	—	—	—	—	—
<i>Avena sativa</i> . . . .	i	i	i	i	—	—	—	—	—	—	—
<i>Bromus arvensis</i> . .	i	—	—	—	—	O	i	O	O	i	—
» <i>commutatus</i> . . .	i	—	i	i	I	i	i	I	i	—	—
» <i>macrostachys</i> . .	i	i	i	O+	—	i	O	O	O	—	—
» <i>madritensis</i> . . .	—	I	—	—	—	I+	II	O+	O+	—	II
» <i>maximus</i> . . . .	—	O+	i	I+	O	i	i	i	I+	—	II
» <i>racemosus</i> . . . .	i	O	—	—	—	O+	I	i	I+	—	i
» <i>secalinus</i> . . . .	i	—	i	O	i	i	O	i	O	—	—
» <i>squarrosus</i> . . .	II	—	I+	—	—	I	O	I	I	—	—
» <i>sterilis</i> . . . .	O	—	O	O+	—	I	O+	O+	I	—	O
» <i>lectorum</i> . . . .	O+	—	—	—	—	I	O+	I	O+	—	O+
<i>Elymus hystrix</i> . . .	—	O+	O	O+	—	O+	O+	O+	O+	O+	O
<i>Haynaldia villosa</i> .	—	—	—	i	—	i	i	i	O	O	i
<i>Hordeum</i>											
» <i>maritimum</i> . . .	—	III—	IV—	II	—	III	III	II	III	III—	III
» <i>trifurcatum</i> . . .	—	—	II—	—	I	I+	II	II	I	II	—
<i>Lolium multiflorum</i> .	i	i	i	i	—	i	i	i	i	—	—
<i>Secale cereale</i> . . . .	O+	i	O+	O+	—	—	—	—	—	—	—
» <i>montanum</i> . . . .	—	O	—	—	—	O	O	i	O+	—	—
Race . . . . .	17	21	75 B	24	21	21	21	21	21	14	17

Les variétés *Hope* × *Timstein* RL 2477, *Newthatch* C1 12318, (RL 2267 × *Redman*) RL 2325, (RL 2267 × *Redman*) RL 2561, *Thatcher*, *Surpreza* et *Timstein*, déjà éprouvées comme résistantes aux races 14, 21 et 40 <sup>(1)</sup>, sont également résistantes aux races 15 et 17.

Les variétés *Mac Murrachy* et *Seleção passo fundo*, déjà éprouvées comme résistantes respectivement aux races 21 et 40 d'une part, aux races 14 et 21 d'autre part, sont peu sensibles à la race 15 et résistantes à la race 17.

En 1955, 28 souches de *P. graminis tritici*, en provenance des Blés, ont été étudiées :

T 157 : à partir d'urédo-spores recueillies sur *Baroota* 8791 à Alger (Algérie), mai 1955.

T 158 : *id.* sur *Pusa* × *Florence* 380 à Alger (Algérie), mai 1955.

T 159 : *id.* sur *Baroota* 8791 à Sidi bel Abbès (Algérie), 20 mai 1955.

<sup>(1)</sup> L. GUYOT et M. MASSENOT : Observations et Expérimentations sur la Rouille noire des céréales et des Graminées au cours des années 1951 à 1953 (*Ann. Epiph.*, VI, 1955, pp. 89-118).

TABLEAU III

Réaction des céréales et de quelques Graminées à l'infection par les souches T 113 (race 15) et T 118 (race 17) de *Puccinia graminis tritici* en provenance des Blés (matériel infectieux récolté en 1953).

	T 113	T 118		T 113	T 118
<i>Aegilops ovata</i> .....	—	O	Hope × Timstein RL 2477	O	O+
— <i>triuncialis</i> .....	—	O	Kenya .....	IV—	II+
— <i>ventricosa</i> .....	—	II+	Khrelof 2347 .....	IV—	III
<i>Bromus arvensis</i> .....	—	i	Klein Cometa rouge ..	IV—	II+
— <i>commutatus</i> .....	—	i	— Granadero .....	IV—	III
— <i>macrostachys</i> .....	—	i	— Orgulo .....	IV—	III
— <i>madritensis</i> .....	—	i	— Ottowulf .....	III	III
— <i>maximus</i> .....	—	O+	Mac Murrahy .....	II	I
— <i>racemosus</i> .....	—	O	Magdalena .....	IV	IV
— <i>secalinus</i> .....	—	i	Marquillo .....	II	II
— <i>squarrosus</i> .....	—	O	Mentana .....	III	III+
— <i>sterilis</i> .....	—	i	Minhardi 3 .....	IV—	IV—
— <i>tectorum</i> .....	—	i	Newthatch CI 12318 ..	O	i
<i>Elymus hystrix</i> .....	—	O	Oro .....	IV—	i
<i>Haynaldia villosa</i> .....	—	i	Pentad × Marquis ..	III+	II—
<i>Hordeum maritimum</i> ..	—	II	Petirojo .....	IV—	III—
— <i>trifurcatum</i> .....	—	I+	Piave 692 .....	IV—	II
<i>Lolium multiflorum</i> ..	—	i	Pilot .....	IV—	II
<i>Triticum</i> pl. sp. ....			PLM .....	III+	IV—
Alex .....	I+	III—	Préparateur Étienne ..	III	III+
Barbu de Crussol .....	IV—	IV—	Progress .....	III—	III+
Blé Seigle .....	III—	II+	Pusa 26 × Florence ..		
Carleton .....	IV—	I	1344 17 d1 .....	III	IV—
Carlotta Strampelli ..	III+	IV—	Redman RL 1834 .....	IV—	II+
Closeau .....	IV—	III+	Regent 975 .....	IV—	II+
Docteur Mazé .....	IV	IV—	Renown 7166 .....	III	O
Dômes .....	IV	IV—	Rescue 2256 .....	III	i
Étoile de Choisy .....	IV—	I	Reward 1230 .....	IV—	II
Extra Kolben II .....	IV—	III+	Rieti 11 .....	II	III+
Fondard Crespil .....	IV—	IV—	RL 1742 × Carleton ..		
Franc Nord .....	IV	IV	RL 3048 .....	III+	O+
Frontana RL 2336 .....	III	II+	RL 2267 × Redman ..		
Fylgia .....	III+	II—	RL 2325 .....	O+	O
GA .....	III—	III—	RL 2267 × Redman ..		
GC .....	III+	I	RL 2564 ..	II+	I
GF .....	III+	IV—	Saunders .....	IV	i
GL .....	IV—	III	Sedonska .....	IV	IV
GN (= 80 — 3) .....	III+	i	Seleção passo fundo ..	II	O+
GP (= 90 — 2) .....	IV—	i	Tadepi .....	IV—	IV—
Guatrache .....	III+	I	Tenmark .....	IV—	i
Hebrard .....	IV—	IV—	Terroir .....	III+	IV—
Heines II .....	III+	III+	Thatcher .....	i	i
Heines Kolben .....	IV—	IV—	Thatcher × Surpreza ..	I	i
Hope .....	II	II	T. timopheevi .....	III	II—
Hope 1237 .....	III+	I	Timstein .....	I+	O+
Hope × Reliance .....	IV—	I+	Utracan .....	III	i
Hope × Reward .....	IV—	II	Warren .....	III	IV—
			Wasatch CI 11925 .....	III+	II+

T 160 : *id.* sur *Bladette de Basplus* à Montpellier (Hérault), 17 mai 1955.

T 161 : *id.* sur *Pusa × Florence 380* à Alger (Algérie), mai 1955.

T 162 : *id.* sur *Gharflor 21 257* à Alger (Algérie), mai 1955.

T 163 : *id.* sur *Biskri AC 2* à Alger (Algérie), mai 1955.

T 164 : *id.* sur *Langlois 1527* à Alger (Algérie), mai 1955.

T 165 : *id.* sur *Mahon 2* à Alger (Algérie), mai 1955.

T 166 : *id.* sur *Alex* à Castelnau-d'Aude (Aude), 3 juin 1955.

T 167 : *id.* sur *Docteur Mazé* à Castelnau-d'Aude (Aude), 3 juin 1955.

T 168 : *id.* sur *T. spelta* à Alger (Algérie), 6 juin 1955.

T 169 : *id.* sur *Blé tendre d'Iran* à Alger (Algérie), 6 juin 1955.

T 170 : *id.* sur *Vilmorin Sud* à Alger (Algérie), 6 juin 1955.

TABLEAU IV

Réaction des variétés différentielles nord-américaines de Blé à l'égard des souches de *Puccinia graminis tritici* en provenance des Blés et Orges et de quelques Graminées en 1955.

Variétés	T 157	T 158	T 159	T 160	T 161	T 162	T 163	T 164	T 165	T 166	T 167	T 168	T 169	T 170	T 171	T 172
Little Club 4066.....	IV- IV-	IV III	IV III+	IV II-	IV III+	IV III+	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV III+	IV III+	IV IV-
Marquis 3641.....	IV- IV-	IV III	IV III+	IV II-	IV III+	IV III+	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV III+	IV III+	IV IV-
Reliance 7370.....	III IV-	III IV-	III IV-	III IV-	III IV-	III IV-	III IV-	III IV-	III IV-	III IV-	III IV-	III IV-	III IV-	III IV-	III IV-	III IV-
Kota 5878.....	IV- IV-	IV III	IV III+	IV III+	IV III+	IV III+	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV III+	IV III+	IV III+
Arnautka 1493.....	IV- IV-	IV III	IV III+	IV III+	IV III+	IV III+	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV III+	IV III+	IV III+
Mindum 5296.....	IV- IV-	IV III	IV III+	IV III+	IV III+	IV III+	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV III+	IV III+	IV III+
Spekmar 6236.....	IV- IV-	IV III	IV III+	IV III+	IV III+	IV III+	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV III+	IV III+	IV III+
Kulbanka 1440.....	IV- IV-	IV III	IV III+	IV III+	IV III+	IV III+	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV IV-	IV III+	IV III+	IV III+
Acné 5284.....	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+
Einkorn 2433.....	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+
Vernal 3686.....	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+
Khaphi 4103.....	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+
Race .....	21	21	21	14	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	17	17
Variétés	T 173	T 174	T 175	T 176	T 177	T 178	T 179	T 180	T 181	T 182	T 183	T 184	Aeg 8	Aeg 9	E 11	H 26
Little Club 4066.....	IV IV	IV III	IV IV	IV IV-	IV- IV-	IV IV	IV IV	IV IV	IV IV-	IV- IV-	III+ IV	IV IV	IV- III+	IV- III-	IV- IV	III+ III-
Marquis 3641.....	IV IV	IV III	IV IV	IV IV-	IV- IV-	IV IV	IV IV	IV IV	IV IV-	IV- IV-	III+ IV	IV IV	IV- III+	IV- III-	IV- IV	III+ III-
Reliance 7370.....	III IV	III IV	III IV	III+ III	III IV	III IV	III IV	III IV	III IV	III+ III	III IV	III IV	III IV	III IV	III IV	III IV
Kota 5878.....	IV IV	IV III	IV IV	IV III+	IV III+	IV III+	IV IV	IV IV	IV IV	IV IV	IV IV	IV IV	IV IV	IV III+	IV III+	IV III+
Arnautka 1493.....	IV IV	IV III	IV IV	IV III+	IV III+	IV III+	IV IV	IV IV	IV IV	IV IV	IV IV	IV IV	IV IV	IV III+	IV III+	IV III+
Mindum 5296.....	IV IV	IV III	IV IV	IV III+	IV III+	IV III+	IV IV	IV IV	IV IV	IV IV	IV IV	IV IV	IV IV	IV III+	IV III+	IV III+
Spekmar 6236.....	IV IV	IV III	IV IV	IV III+	IV III+	IV III+	IV IV	IV IV	IV IV	IV IV	IV IV	IV IV	IV IV	IV III+	IV III+	IV III+
Kulbanka 1440.....	IV IV	IV III	IV IV	IV III+	IV III+	IV III+	IV IV	IV IV	IV IV	IV IV	IV IV	IV IV	IV IV	IV III+	IV III+	IV III+
Acné 5284.....	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+
Einkorn 2433.....	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+
Vernal 3686.....	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+
Khaphi 4103.....	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+	O+ O+
P.....	31	31	21	3	21	21	31	29	21	29	26	133	21	31	21	31

- T 171 : *id.* sur *Bayelida* à Alger (Algérie), 6 juin 1955.  
 T 172 : *id.* sur *T. turgidum* à Alger (Algérie), 6 juin 1955.  
 T 173 : *id.* sur *T. polonicum* à Alger (Algérie), 6 juin 1955.  
 T 174 : *id.* sur *Idéal Bataille* à Revel (Haute-Garonne), 9 juin 1955.  
 T 175 : *id.* sur *Etoile de Choisy* à Montpellier (Hérault), 18 juin 1955.  
 T 176 : *id.* sur *Petirojo* à Montpellier (Hérault), 18 juin 1955.  
 T 177 : *id.* sur *Magdalena* à Montpellier (Hérault), 18 juin 1955.  
 T 178 : *id.* sur *Rama* à Montpellier (Hérault), 18 juin 1955.  
 T 179 : *id.* sur *Druchamp* à Grignon (Seine-et-Oise), 2 juillet 1955.  
 T 180 : *id.* sur Blé à Méru (Oise), 24 juillet 1955.  
 T 181 : *id.* sur Blé sur le Causse de Séverac (Aveyron), 800 m alt., 31 juillet 1955.  
 T 182 : *id.* sur Blé près Mende (Lozère), 800 m alt., 31 juillet 1955.  
 T 183 : *id.* sur Blé près Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme), 300 m alt., 30 juillet 1955.  
 T 184 : *id.* sur Blé au col de la Fageole près Saint-Flour (Cantal), 1 100 m alt., 31 juillet 1955.

Nous joignons, à ces 28 souches provenant du Blé, 5 souches appartenant également à la f. sp. *tritici* de *P. graminis* et récoltées sur Orge ou sur diverses Graminées :

- Aeg. 8 : à partir d'urédospores recueillies sur *Aegilops 23 321* à Alger (Algérie), mai 1955.  
 Aeg. 9 : *id.* sur *Aegilops ovata* à Grignon (Seine-et-Oise), 16 septembre 1955.  
 E 11 : *id.* sur *Elymus caput-medusae* à Grignon (Seine-et-Oise), 16 septembre 1955.  
 H 26 : *id.* sur *Hordeum murinum* à Grignon (Seine-et-Oise), 24 septembre 1955.  
 H 27 : *id.* sur *Hordeum vulgare* entre Fez et Taza (Maroc), 21 mai 1955.

La contamination des variétés différentielles américaines a permis d'identifier les races auxquelles appartiennent ces diverses souches, comme le montre le tableau IV.

La race 21, qui représente 88 p. 100 des prélèvements en France métropolitaine et 86 p. 100 des prélèvements en Algérie, est de loin la plus fréquemment isolée. Elle a été trouvée sur Blé en Algérie (Alger, dès mai) ainsi que dans l'Aude (dès le 3 juin), l'Aveyron (Causse de Séverac, 800 m alt.), la Haute-Garonne, l'Hérault, la Lozère (Mende, 800 m alt.), le Puy de Dôme (Clermont-Ferrand, 300 m alt.), l'Oise et la Seine-et-Oise ; elle a de plus été reconnue sur *Aegilops* en Algérie ainsi que sur *Aegilops ovata*, *Elymus caput-medusae* et *Hordeum murinum* à Grignon.

La race 17, assez voisine de la race 21, a été isolée à deux reprises sur Blé en Algérie.

Les races 14 et 133 ont été identifiées sur Blé, respectivement dans l'Hérault (Montpellier) le 17 mai, et dans le Cantal (col de la Fageole près Saint-Flour, 1 100 m alt.) le 31 juillet.

Le comportement de diverses Graminées vis-à-vis de certaines souches de Rouille noire appartenant à la f. sp. *tritici* de *P. graminis* a été étudié en 1955 <sup>(1)</sup> : les principaux résultats sont réunis dans le tableau V <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>.

<sup>(1)</sup> La souche T 155, récoltée en 1951, n'a été étudiée qu'en 1955 et après hivernation de l'urédo.

<sup>(2)</sup> Au sein de la race physiologique 21 de *P. gr. tritici*, a été, dans quelques cas, constatée une particulière réactivité de certaines Graminées à l'égard des souches en provenance de l'Afrique du Nord, comparées aux souches en provenance du centre ou du nord de la France ; ainsi, nous avons relevé les degrés d'attaque suivants :

a) sur *Bromus maximus* :

— souches en provenance du centre et du nord de la France (7 essais) : i, i, i, i, i, i, i ;

— souches en provenance d'Algérie (2 essais) : II—, II—.

b) Sur *Hordeum murinum* :

— souches en provenance du centre et du nord de la France (6 essais) : i, i, i, O+, I, I+ ;

— souches en provenance d'Algérie (4 essais) : II—, II, III—, III— ;

— souche en provenance du Maroc (1 essai) : II.

<sup>(3)</sup> En dehors des Graminées citées dans le tableau V et ayant présenté au moins une fois un

En 1956, 27 souches de *Puccinia graminis* en provenance des Blés ont été soumises à l'expérimentation en serre :

- T 185 : à partir d'écidiospores issues par passage sur *Berberis* de téleutospores recueillies à Grignon sur *Miana* en août 1955.  
 T 186 : à partir d'urédo-spores recueillies sur *Baroota 8791* à Alger (Algérie), 4 juin 1956.  
 T 187 : *id.* sur (*Pusa* × *Mentana*) × *Florence-Aurore 22259* à Alger (Algérie), 4 juin 1956.  
 T 188 : *id.* sur *Vilmorin 53* à Montpellier (Hérault), 18 juin 1956.  
 T 189 : *id.* sur Blé près Pont-Saint-Esprit (Gard), 18 juin 1956.  
 T 190 : *id.* sur Blé à Rayak (Liban), 14 juin 1956.  
 T 191 : *id.* sur *Vrapcanka* à Montpellier (Hérault), 23 juin 1956.  
 T 192 : *id.* sur *Paris Vilmorin* à Ondes (Haute-Garonne), 3 juillet 1956.  
 T 193 : *id.* sur *Docteur Mazé* à Ondes (Haute-Garonne), 3 juillet 1956.  
 T 194 : *id.* sur *Hybride 40* à Ondes (Haute-Garonne), 3 juillet 1956.  
 T 195 : *id.* sur *Blé 150 Blondeau* à Clarensac (Gard), 22 juillet 1956.  
 T 196 : *id.* sur (*Agropyrum elongatum* × *Gafir*) × *Vilmorin 27*, à Montpellier (Hérault), 21 juillet 1956.  
 T 197 : *id.* sur *Staring* à Rennes (Ille-et-Vilaine), 22 août 1956.  
 T 198 : *id.* sur Blé à Orgerus (Seine-et-Oise), 27 juillet 1956.  
 T 199 : *id.* sur Blé à Orgerus (Seine-et-Oise), 27 juillet 1956.  
 T 200 : *id.* sur Blé au Lauzet près Barcelonnette (Basses-Alpes), 1 000 m alt., 10 août 1956.  
 T 201 : *id.* sur *Spaldings prolific* à Grignon (Seine-et-Oise), 30 août 1956.  
 T 202 : *id.* sur Blé près Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire), 30 juillet 1956.  
 T 203 : *id.* sur Blé près Bourg-en-Bresse (Ain), 31 juillet 1956.  
 T 204 : *id.* sur Blé à Voiron (Isère), 31 juillet 1956.  
 T 205 : *id.* sur Blé entre Corps et La Mure (Isère), 850 m alt., 1<sup>er</sup> août 1956.  
 T 206 : *id.* sur Blé près Gap (Hautes-Alpes), 750 m alt., 1<sup>er</sup> août 1956.  
 T 207 : *id.* sur Blé à La Condamine près Barcelonnette (Basses-Alpes), 1 300 m alt., 2 août 1956.  
 T 208 : *id.* sur Blé au-dessus de Jauzières près Barcelonnette (Basses-Alpes), 1 500 m alt., 18 août 1956.  
 T 209 : *id.* sur Blé à Grignon (Seine-et-Oise), 8 septembre 1956.  
 T 210 : *id.* sur Blé entre La Condamine et Sainte-Anne près Barcelonnette (Basses-Alpes), 1 600 m alt., août 1956.  
 T 211 : *id.* sur Blé à Saint-Quentin-en-Tourmont (Somme), 14 septembre 1956.

Nous ajoutons à ces 27 souches provenant du Blé 2 souches appartenant également à la f. sp. *tritici* :

- Br 8 : à partir d'écidiospores issues par passage sur *Berberis* de téleutospores recueillies sur *Bromus fasciculatus* à Teruel (Espagne), août 1955.  
 H 28 : à partir d'urédo-spores recueillies sur Orge cultivée entre Larche et La Condamine près Barcelonnette (Basses-Alpes), 1 500 m alt., août 1956.

Le tableau VI rend compte des degrés d'attaque obtenus sur les variétés différentielles américaines.

La race 21, qui représente 44 p. 100 des prélèvements en France métropolitaine <sup>(1)</sup> et 100 p. 100 des prélèvements en Algérie, est toujours la plus fréquente en 1956 ; elle a été isolée sur Blé en Algérie (Alger), dans l'Ain, les Basses-Alpes (env. de Barcelonnette, 1 000-1 600 m alt.), le Gard, la Haute-Garonne, l'Hérault, l'Ille-et-Vilaine et la Seine-et-Oise, sur *Bromus fasciculatus* en Espagne (Teruel).

La race 133 vient ensuite ; elle a été trouvée sur Blé dans la Haute-Garonne, l'Isère et la Saône-et-Loire, sur Orge dans les Basses-Alpes (env.

résultat positif, quelques autres (*Avena bromoides*, *Brachypodium distachyon*, *phoenicoides*, *pinnatum* et *ramosum*, *Festuca heterophylla* et *ovina*, *Phalaris arundinacea*, *bulbosa*, *canariensis*, *minor* et *paradoxa*, *Stipa arisella* et *setigera*, *Trisetum flavescens* et *Vulpia myuros*) ont toujours donné des résultats négatifs.

(1) Le % relativement faible des prélèvements de la race 21 en France métropolitaine en 1956 (44 %), contre 62 % en 1954 et 88 % en 1955 s'explique par le fait que les investigations ont porté pour une bonne part sur les régions de montagne ; en fait, ce % s'est révélé être de 57 % dans les régions de plaine et de 25 % dans les régions de montagne.



TABLEAU V (suite)

	Age 4	L 11	H 27	T 155	T 157	T 158	T 152	T 161	T 168	T 170	T 171	T 173	T 180	T 185	T 183	T 184
<i>Elymus caput-medusae</i>	III															
" <i>hordeiformis</i> ...	III	III													III	III
" <i>virgatus</i> ...	III	III													III	
" <i>caudatus</i> ...	III	III													III	
" <i>triflorus</i> ...																
" <i>condensatus</i> ...																
<i>Haynaldia bordeca...</i>			III													
" <i>villosa</i> ...		II	I					II								III
" <i>glaberrima</i> ...			II					III				II				I
" <i>villosa</i> ...																
" <i>villosa</i> ...																
<i>Lolium perenne</i> ...																
" <i>magnoli...</i>																
<i>Triticum vulgare</i> ...	IV	IV	IV	IV	IV	IV	I+	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
		21	17	21	21	21	21	21	21	21	17	21	21	21	21	133

TABLEAU VI

Réaction des variétés différentielles nord-américaines de Blé à l'égard des souches de *Puccinia graminis tritici* en provenance des Blés et de quelques Graminées, en 1956 (matériel infectieux récolté en 1955 pour les souches Br 8 et T 185, en 1956 pour les autres souches).

Variétés	Br 8	H 28	T 185	T 186	T 187	T 188	T 189	T 190	T 191	T 192	T 193	T 194	T 195	T 196
Little Club 4666	IV— III+	IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— O+ IV—	IV— II— O—	IV— IV— O—	IV— III— IV—	IV— I— IV—	IV— III+ I—	IV— II— I—
Marquis 3041	IV— III+	IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— O+ IV—	IV— II— O—	IV— IV— O—	IV— III— IV—	IV— I— IV—	IV— III+ I—	IV— II— I—
Reliance 7370	IV— III+	IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— O+ IV—	IV— II— O—	IV— IV— O—	IV— III— IV—	IV— I— IV—	IV— III+ I—	IV— II— I—
Kota 5878	IV— III+	IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— O+ IV—	IV— II— O—	IV— IV— O—	IV— III— IV—	IV— I— IV—	IV— III+ I—	IV— II— I—
Amantika 1493	IV— III+	IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— O+ IV—	IV— II— O—	IV— IV— O—	IV— III— IV—	IV— I— IV—	IV— III+ I—	IV— II— I—
Mindum 5206	IV— III+	IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— O+ IV—	IV— II— O—	IV— IV— O—	IV— III— IV—	IV— I— IV—	IV— III+ I—	IV— II— I—
Stelmar 6235	IV— III+	IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— O+ IV—	IV— II— O—	IV— IV— O—	IV— III— IV—	IV— I— IV—	IV— III+ I—	IV— II— I—
Kulanka 1410	IV— III+	IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— O+ IV—	IV— II— O—	IV— IV— O—	IV— III— IV—	IV— I— IV—	IV— III+ I—	IV— II— I—
Avené 5284	IV— III+	IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— O+ IV—	IV— II— O—	IV— IV— O—	IV— III— IV—	IV— I— IV—	IV— III+ I—	IV— II— I—
Emkorn 2433	IV— III+	IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— O+ IV—	IV— II— O—	IV— IV— O—	IV— III— IV—	IV— I— IV—	IV— III+ I—	IV— II— I—
Vernal 3086	IV— III+	IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— O+ IV—	IV— II— O—	IV— IV— O—	IV— III— IV—	IV— I— IV—	IV— III+ I—	IV— II— I—
Khapli 4103	IV— III+	IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— IV— IV—	IV— III— IV—	IV— IV— IV—	IV— O+ IV—	IV— II— O—	IV— IV— O—	IV— III— IV—	IV— I— IV—	IV— III+ I—	IV— II— I—
Race	21	133	34	21	21	21	21	14	186	133	21	14	21	14

Variétés	T 107	T 108	T 109	T 200	T 201	T 202	T 203	T 204	T 205	T 206	T 207	T 208	T 209	T 210	T 211
Little Club 4666	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+
Marquis 3041	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+
Reliance 7370	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+
Kota 5878	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+
Amantika 1493	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+
Mindum 5206	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+
Stelmar 6235	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+
Kulanka 1410	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+
Avené 5284	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+
Emkorn 2433	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+
Vernal 3086	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+
Khapli 4103	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+	IV— III+
Race	21	75 B	21	21	21	133	21	133	133	122	186 B	116	21	21	17

de Barcelonnette, 1 500 m alt.) et sur *Bromus fasciculatus* en Espagne (Teruel).

La race 14 a été identifiée sur Blé dans l'Hérault et la Haute-Garonne ainsi qu'au Liban.

La race 75 a été trouvée sur Blé en Seine-et-Oise (sous le même biotype particulier 75 B que celui déjà décrit en 1954).

D'autres races ont été isolées pour la première fois en France. Il en est ainsi pour la race 186, voisine de la race 133, recueillie sur Blé dans l'Hérault sous sa forme typique et dans les Basses-Alpes (env. de Barcelonnette, 1 300 m alt.) sous un biotype nouveau 186 B ; celui-ci est caractérisé par la faible sensibilité (1) de la variété *Reliance*, qui est totalement réfractaire au type.

Les races 116 et 122, isolées respectivement sur Blé dans les Basses-Alpes (env. de Barcelonnette, 1 500 m alt.) et les Hautes-Alpes (env. de Gap, 750 m alt.), sont nouvelles pour la France.

Enfin la race 34, voisine des races 15 et 40, existait à Grignon en août 1955 et a été isolée à partir d'écidies obtenues expérimentalement sur *Berberis* à partir de Blé *Miana* rouillé.

Le comportement, à l'égard de certaines souches, de quelques variétés de Blé est rapporté par le tableau VII.

TABLEAU VII

Réaction de quelques variétés de Blé à l'égard de certaines souches de *Puccinia graminis tritici* en 1956 (matériel infectieux récolté en 1955 pour les souches H 26 et T 185, en 1956 pour les autres souches).

Variétés	H 26	H 28	T 185	T 189	T 190	T 191	T 206	T 208
Cappelle.....	IV —	IV	III	IV	II +	IV	IV	III +
Dômes.....	IV —	IV —	IV	IV	II	IV —	IV —	IV —
Etoile de Choisy	II +	I	III —	O +	O +	IV —	O +	O
Fylgia.....	IV —	II —	III	IV	O	I	O +	IV —
GN (— So — 3)	i	i	IV —	i	i	i	i	i
Guatrache ..	O	O	III +	O	i	i	i	i
Hope.....	III +	O +	IV	IV —	O	O	O +	IV —
Minhardi 3 ...	IV —	IV	IV	IV	IV —	IV	IV	IV —
Oro.....	O +	i	IV —	i	i	i	i	i
Thatcher.....	i	i	III	i	i	i	i	i
Warren.....	IV —	III	III +	IV —	O	III —	O	IV —
Yga.....	III +	IV —	III +	IV	IV —	IV	IV —	III +
Race.....	21	133	34	21	14	186	122	116

Cette expérimentation montre que la race 34 est la plus virulente ; sa virulence est proche de celle des races 15 et 40, alors que la race 14 apparaît, vis-à-vis de ce lot de variétés, comme la moins dangereuse.

La variété *Etoile de Choisy* a un comportement assez satisfaisant, malgré sa sensibilité aux races 21, 34 et 186. *Hope* n'est sensible qu'aux races 21, 34 et 116. Les variétés *Guatrache* et *Oro* confirment leur bonne

résistance à un assez grand nombre de races. La variété *G N* (= 80-3) se comporte d'une manière satisfaisante, puisque seule la race 34 l'attaque fortement. Enfin la variété *Thatcher* confirme sa haute résistance : réfractaire aux races 14, 21, 40, 116, 122, 133, 186, immune ou assez résistante (suivant les biotypes) à la race 15 ; par contre, la race 34 l'attaque assez fortement.

Le comportement des Graminées a été étudié vis-à-vis des souches Br 8 et T 186 et plus méthodiquement vis-à-vis de la souche H 26, qui avait pu être conservée en serre au stade urédosporé pendant tout l'hiver 1955-56. Les tableaux VIII et IX rendent compte de cette expérimentation (le chiffre entre parenthèses qui suit le nom de la Graminée dans le tableau IX exprime le nombre d'essais réalisés dans chaque cas, par utilisation de semences de provenances géographiques différentes).

TABLEAU VIII

Réaction de quelques Graminées à l'égard des souches Br8 (race 21) et T 186 (race 21) de *Puccinia graminis tritici* en 1956.

	Br 8	T 186		Br 8	T 186
<i>Aegilops crassa</i> .....	IV—	—	<i>Bromus rigidus</i> .....	I+	II—
— <i>ovata</i> .....	O	III—	— <i>squarrosus</i> .....	I	II
— <i>triuncialis</i> .....	i	II	— <i>villosus</i> .....	I	II—
— <i>ventricosa</i> .....	III+	III	<i>Cynosurus echinatus</i> .....	i	i
<i>Agropyrum campestre</i> .....	i	O	<i>Elymus canadensis</i> .....	I	—
— <i>caninum</i> .....	—	O	— <i>caput-medusae</i> ..	—	II
— <i>littorale</i> .....	i	—	<i>Festuca triflora</i> .....	II+	II—
— <i>marginatum</i> .....	IV	IV—	<i>Gaudinia fragilis</i> .....	i	i
— <i>panormitanum</i> .....	i	i	<i>Haynaldia hordeacea</i> .....	—	O+
— <i>repens</i> .....	—	i	— <i>villosa</i> .....	—	O
<i>Avena sativa</i> .....	i	i	<i>Hordeum bulbosum</i> .....	II	III
<i>Brachypodium distachyon</i> ..	i	i	— <i>maritimum</i> .....	II+	III
— <i>pinnatum</i> .....	i	—	— <i>murinum</i> .....	O+	i
<i>Bromus lanceolatus</i> .....	O	II	<i>Lagurus ovalis</i> .....	i	II—
— <i>macrostachys</i> .....	i	I—	<i>Lolium perenne</i> .....	i	—
— <i>madritensis</i> .....	I+	I	<i>Melica altissima</i> .....	i	—
— <i>maximus</i> .....	I	O	<i>Secale cereale</i> .....	O+	—

### B) Rouille noire des Orges.

Les souches H 26, H 27 et H 28 respectivement isolées d'*Hordeum murinum* en France et d'Orge cultivée au Maroc et en France en 1955 et 1956 appartiennent toutes trois à la f. sp. *tritici* de *P. graminis* et ont été étudiées dans le paragraphe précédent ; elles s'inscrivent dans la race 21 pour la première et dans la race 133 pour la troisième (la seconde n'ayant pas été caractérisée dans sa race physiologique).

TABLEAU IX

Réaction des Graminées à l'égard de la souche H 26 (race 21)  
de *Puccinia graminis tritici* en 1956.

<i>Aegilops bicornis</i> (4).....	O	<i>Elymus arenarius</i> (1).....	i
— <i>crassa</i> (3).....	II à IV	— <i>canadensis</i> (3).....	IV — à IV
— <i>cylindrica</i> (4).....	O à IV	— <i>caput-medusae</i> (2).....	III + à IV
— <i>macrochaeta</i> (2).....	III +	— <i>hirsutiglumis</i> (1).....	IV —
— <i>ovata</i> (17).....	i à III	— <i>hordciformis</i> (2).....	III à IV
— <i>spelloides</i> (2).....	i à O	— <i>hystrix</i> (1).....	O +
— <i>triuncialis</i> (5).....	O à III	— <i>sabulosus</i> (1).....	i
— <i>ventricosa</i> (6).....	II à IV	— <i>virginicus</i> (1).....	II +
<i>Agropyrum acutum</i> (1).....	i	<i>Festuca alpina</i> (1).....	i
— <i>campestre</i> (1).....	i	— <i>arenaria</i> (1).....	i
— <i>caninum</i> (7).....	i à O	— <i>arundinacea</i> (1).....	i
— <i>desertorum</i> (1).....	i	— <i>duriuscula</i> (1).....	i
— <i>donianum</i> (1).....	II +	— <i>gigantea</i> (1).....	i
— <i>juncum</i> (1).....	i	— <i>granatensis</i> (1).....	I +
— <i>littorale</i> (1).....	i	— <i>heterophylla</i> (2).....	i
— <i>marginalum</i> (3).....	III à IV	— <i>ovina</i> (2).....	i
— <i>panormitanum</i> (3).....	i à O	— <i>pratensis</i> (2).....	i
— <i>pauciflorum</i> (1).....	O +	— <i>pulchella</i> (1).....	i
— <i>repens</i> (3).....	i	— <i>rubra</i> (1).....	i
— <i>rigidum</i> (1).....	i	— <i>spadicea</i> (1).....	i
— <i>tenerum</i> (1).....	II	— <i>triflora</i> (1).....	II +
<i>Agrostis alba</i> (1).....	i	— <i>valesiaca</i> (1).....	i
— <i>canina</i> (1).....	i	— <i>naria</i> (1).....	i
— <i>spica-venti</i> (1).....	i	— <i>violacea</i> (1).....	i
— <i>vulgaris</i> (1).....	i	<i>Gaudinia fragilis</i> (5).....	i
<i>Alopecurus arundinaceus</i> (1).....	i	<i>Haynaldia hordeacea</i> (2).....	O +
— <i>geniculatus</i> (1).....	i	— <i>villosa</i> (1).....	i
— <i>pratensis</i> (1).....	i	<i>Holcus lanatus</i> (2).....	i
<i>Anthoxanthum amarum</i> (1).....	i	— <i>mollis</i> (2).....	i
— <i>aristatum</i> (1).....	i	<i>Hordeum bulbosum</i> (4).....	i à O +
— <i>odoratum</i> (1).....	i	— <i>distichum</i> (3).....	O + à II
— <i>puelii</i> (1).....	i	— <i>hexastichum</i> (2).....	O + à I +
<i>Arrhenatherum bulbosum</i> (1).....	i	— <i>rubatum</i> (2).....	III +
— <i>elatum</i> (1).....	i	— <i>leporinum</i> (2).....	i
<i>Briza maxima</i> (1).....	i	— <i>maritimum</i> (7).....	i à II +
— <i>media</i> (2).....	i	— <i>murinum</i> (6).....	i à I +
— <i>minor</i> (1).....	i	— <i>pyramidalum</i> (2).....	O à II
<i>Bromus arduennensis</i> (2).....	i	— <i>trifurcatum</i> (2).....	II +
— <i>arvensis</i> (5).....	i à I	— <i>vulgare</i> (6).....	i à II +
— <i>carinatus</i> (2).....	O +	<i>Hordeum jubatum</i> (2).....	i
— <i>ciliatus</i> (1).....	O	<i>Koeleria caudata</i> (1).....	I
— <i>commulatus</i> (4).....	i à I +	— <i>cristata</i> (2).....	i
— <i>erectus</i> (2).....	i	— <i>maritima</i> (1).....	i
— <i>fasciculatus</i> (1).....	i	— <i>panicca</i> (1).....	i
— <i>gussonei</i> (1).....	i	— <i>phleoides</i> (3).....	i
— <i>hordeaceus</i> (1).....	i	— <i>selacea</i> (1).....	i
— <i>inermis</i> (1).....	i	— <i>valesiaca</i> (1).....	i
— <i>lanceolatus</i> (1).....	i	<i>Lagurus ovalis</i> (6).....	i
— <i>lepidus</i> (1).....	i	<i>Lamarchia aurea</i> (3).....	i
— <i>macrostachys</i> (3).....	i à I +	<i>Lolium italicum</i> (2).....	i
— <i>madritensis</i> (3).....	i à II +	— <i>multiflorum</i> (2).....	i
— <i>maximus</i> (6).....	i à O +	— <i>perenne</i> (2).....	i
— <i>molliformis</i> (2).....	i	— <i>remotum</i> (1).....	i
— <i>mollis</i> (4).....	i à II	— <i>temulentum</i> (5).....	i à O
— <i>palulus</i> (2).....	I à II	<i>Melica baubini</i> (1).....	i
— <i>racemosus</i> (4).....	i à O	— <i>magnolia</i> (1).....	i
— <i>rigidus</i> (2).....	O + à I +	<i>Phleum arenarium</i> (1).....	i
— <i>rubens</i> (4).....	i à II	— <i>asperum</i> (1).....	i
— <i>schultzei</i> (1).....	i	— <i>nodosum</i> (1).....	i
— <i>secalinus</i> (7).....	i à O	<i>Poa annua</i> (1).....	i
— <i>squarrosus</i> (4).....	I + à II	— <i>bulbosa</i> (1).....	i
— <i>sterilis</i> (5).....	O à II	— <i>coesia</i> (1).....	i
— <i>lectorum</i> (5).....	O à II	<i>Sparganium angustifolium</i> (1).....	i
— <i>villosus</i> (2).....	O à II	— <i>montanum</i> (2).....	i à O +
<i>Cynosurus cristatus</i> (2).....	i	— <i>varianii</i> (1).....	i
— <i>elegans</i> (1).....	i	<i>Trisetum flavescens</i> (1).....	i
<i>Dactylis aschersoniana</i> (1).....	i	<i>Vulpia alopecurus</i> (2).....	i à I
— <i>glomerata</i> (6).....	i	— <i>geniculata</i> (2).....	i
— <i>hispanica</i> (1).....	i	— <i>myuros</i> (3).....	i
		— <i>uniglumis</i> (1).....	i

### C) Rouille noire des Seigles.

En 1955, deux souches provenant du Seigle et appartenant toutes deux à la f. sp. *secalis* de *P. graminis* ont été étudiées :

- S 30 : à partir d'urédospores recueillies sur *Secale cereale* de culture indigène à Bab Ahzar (Tazzekka marocaine), 22 mai 1955.  
 S 31 : *id.* sur *Secale cereale* à Saint-Chély-d'Apcher (Lozère), 1 000 m alt., 31 juillet 1955.

Nous rattachons également à la f. sp. *secalis* de *P. graminis* deux souches (Ag 27 et Ag 28) étudiées en 1955 et provenant d'*Agropyrum repens*, trois souches (Ag 30, Ag 31 et Ag 32) étudiées en 1956 et provenant d'*Agropyrum repens* et cinq souches (Bb 3, Bb 8, Bb 10, Bb 11 et Bb 15) étudiées en 1956 et provenant d'écidies sur *Berberis vulgaris* :

- Ag 27 : à partir d'urédospores recueillies sur *Agropyrum repens* à Alger (Algérie), 11 juin 1955.  
 Ag 28 : *id.* sur *Agropyrum repens* à Bois d'Arcy (Seine-et-Oise), 24 septembre 1955.  
 Ag 30 : *id.* sur *Agropyrum repens* dans la haute vallée de l'Ubaye près Barcelonnette (Basses-Alpes), 1 250 m alt., 2 août 1956.  
 Ag 31 : *id.* sur *Agropyrum repens*, même station, 2 août 1956.  
 Ag 32 : *id.* sur *Agropyrum repens*, Alger (Algérie), 16 juin 1956.  
 Bb 3 : à partir d'écidiospores recueillies sur *Berberis vulgaris*, barrage du Chambon (Isère), 1 000 m alt., 13 juin 1956.  
 Bb 8 : *id.*, près Monétier-les-Bains (Hautes-Alpes), 1 450 m alt., 14 juin 1956.  
 Bb 10 : *id.*, entre Guillestre et Château-Queyras (Hautes-Alpes), 1 150 m alt., 14 juin 1956.  
 Bb 11 : *id.*, près Guillestre (Hautes-Alpes), 1 100 m alt., 14 juin 1956.  
 Bb 15 : *id.*, Juvignac (Gard), 4 mai 1956.

La souche Bb 3 a infecté le Seigle au degré I +, alors qu'*Agropyrum repens*, *Avena sativa*, *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne* et *Triticum vulgare* sont demeurés indemnes.

La souche Bb 15 a montré un degré d'attaque II + sur le Seigle ; par contre, *Agrostis alba*, *Avena sativa*, *Lolium perenne* et *Triticum vulgare* n'ont pu être infectés.

Les résultats relatifs aux autres souches sont réunis dans le tableau X.

### D) Rouille noire des Avoines.

En 1954, une souche Tr 3, provenant d'écidiospores issues par passage sur *Berberis* de téléutospores recueillies dans notre collection de Graminées de Grignon sur *Trisetum distichophyllum*, en mars 1954, a montré son appartenance à la f. sp. *avenae* de *P. graminis*. Rappelons que les souches Tr 1 et Tr 2, portées par *Trisetum flavescens* respectivement en 1947 et 1944, appartenaient également à la f. sp. *avenae* de *P. graminis*.

Cette souche Tr 3 a donné une infection du type IV sur l'Avoine Poitou 12, du type IV — sur l'Avoine Grise d'hiver et du type II sur *Arrhenatherum elatius* ; par contre *Dactylis glomerata*, *Elymus hordeiformis*, *Lolium perenne*, *Phleum pratense*, *Poa nemoralis*, le Seigle *Petkus* et le Blé *Closeaux* sont restés indemnes.

TABLEAU X

Réaction des céréales et des Graminées à l'infection par les souches de *Puccinia graminis secalis* en provenance des *Agropyrum*, *Secale* et *Berberis* en 1955 et 1956.

	S 30	S 31	Ag 27	Ag 28	Ag 30	Ag 31	Ag 32	Bb 8	Bb 10	Bb 11
<i>Aegilops onata</i> .....	—	O +	—	O +	—	—	O +	I	O +	—
— <i>triuncialis</i> .....	—	—	—	—	—	—	II	I	IV	—
— <i>ventricosa</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	II +	—
<i>Agropyrum acutum</i> .....	i	—	II	—	—	—	—	—	—	—
— <i>canpestre</i> .....	—	—	I	—	—	—	i	—	i	II
— <i>caninum</i> .....	—	I	III	—	III	IV	III +	O	II	—
— <i>donianum</i> .....	—	—	III	—	—	—	—	—	—	—
— <i>desertorum</i> .....	III	—	i	—	—	—	—	—	—	—
— <i>funceum</i> .....	i	—	i	—	—	—	—	—	—	—
— <i>panormitanum</i> .....	—	—	III	—	—	—	—	—	III	III
— <i>pungens</i> .....	i	—	i	—	—	—	—	—	—	—
— <i>repens</i> .....	i	—	III	—	—	—	IV	—	I	II
— <i>rigidum</i> .....	—	—	—	—	—	—	II +	IV	I	IV
— <i>tenerum</i> .....	—	—	—	—	—	—	II +	—	—	i
<i>Agrostis spica-venti</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	i	—
— <i>verticillata</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	i	—
<i>Avena sativa</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	i	—	i
<i>Bromus lanceolatus</i> .....	—	—	—	i	—	—	—	—	—	—
— <i>macrostachys</i> .....	—	i	—	—	—	—	i	i	—	—
— <i>madriliensis</i> .....	—	—	—	—	—	—	III	I	I	—
— <i>rigidus</i> .....	I	—	O	—	—	—	—	—	—	—
— <i>squarrosus</i> .....	—	—	II +	—	—	—	—	II +	—	—
— <i>lectorum</i> .....	—	O +	—	—	—	—	I	—	—	—
— <i>villosus</i> .....	I	—	O	—	—	—	—	II	—	—
<i>Cynosurus cristatus</i> .....	i	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— <i>echinatus</i> .....	i	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Dactylis glomerata</i> .....	—	—	i	—	—	—	i	i	—	—
<i>Elymus arenarius</i> .....	—	—	—	—	—	—	IV	—	—	—
— <i>canadensis</i> .....	—	—	—	—	—	—	III	IV	III	—
— <i>caput-medusae</i> .....	—	II	—	III	—	—	—	—	—	—
<i>Festuca alopecuroides</i> .....	—	—	i	—	—	—	—	—	—	—
— <i>duriuscula</i> .....	—	—	i	—	—	—	—	—	—	—
— <i>heterophylla</i> .....	—	—	i	—	—	—	—	i	—	—
— <i>ovina</i> .....	—	—	i	—	—	—	—	—	i	—
— <i>triflora</i> .....	II +	—	II +	—	—	—	—	II	—	—
<i>Gaudinia fragilis</i> .....	i	—	i	—	—	—	—	—	—	—
<i>Haynaldia villosa</i> .....	—	—	i	—	—	—	—	—	I	—
<i>Hordeum bulbosum</i> .....	I	—	i	—	—	—	—	i	—	—
— <i>maritimum</i> .....	—	O +	—	III	—	—	IV	III	III	—
— <i>minimum</i> .....	i	—	i	—	—	—	O	O	—	—
<i>Koeleria cristata</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	i	—
— <i>glauca</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	i	—
— <i>phleoides</i> .....	i	—	i	—	—	—	—	—	i	—
— <i>setacea</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— <i>vallesiana</i> .....	i	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— <i>villosa</i> .....	i	—	i	—	—	—	—	—	—	—
<i>Lagurus ovatus</i> .....	i	—	i	—	—	—	—	—	—	—
<i>Lolium perenne</i> .....	—	i	—	i	—	—	i	i	i	i
<i>Melica ciliata</i> .....	—	—	II +	—	—	—	—	—	—	—
— <i>nebrodensis</i> .....	i	—	III	—	—	—	—	—	—	—
— <i>transilbanica</i> .....	—	—	III	—	—	—	—	—	—	—
— <i>magnolia</i> .....	—	—	i	—	—	—	—	—	—	—
<i>Secale cereale</i> .....	III +	III +	IV	III +	III	II	IV	IV	III +	III +
<i>Triticum vulgare</i> .....	—	i	i	—	—	—	i	i	—	i
<i>Vulpia myuros</i> .....	i	—	—	—	—	—	—	—	—	—

En 1956, trois souches en provenance des Avoines ont été étudiées :

A 31 : à partir d'urédospores recueillies sur *Avena sterilis* à Alger (Algérie), 16 juin 1956.

A 32 : *id.* sur *Avena alba* à Alger (Algérie), 16 juin 1956.

A 33 : *id.* sur *Avena alba* var. *barbata* f. *gemina* dans le bas de la piste de l'Onkaimeden, à 8 km. du départ de la route Marrakech-Asni (Maroc), 1 500 m alt., 29 juin 1956.

Les résultats de cette expérimentation sont résumés dans le tableau XI.

TABLEAU XI

Réaction des Graminées à l'infection par les souches de *Puccinia graminis avenae* en provenance des Avoines en 1956.

	A 31	A 32	A 33		A 31	A 32	A 33
<i>Agrostis alba</i> .....	—	i	—	— <i>heterophylla</i> ..	—	i	—
— <i>canina</i> .....	—	i	—	— <i>triflora</i> .....	IV —	—	—
— <i>verticillata</i> ...	—	—	i	<i>Gaudinia fragilis</i> .....	O +	I +	—
<i>Alopecurus pratensis</i> ..	—	i	—	<i>Koeleria glauca</i> .....	—	—	i
<i>Arrhenatherum elatius</i> ..	II +	III —	II	— <i>phleoides</i> .....	—	—	II +
<i>Bromus erectus</i> .....	—	i	—	— <i>setacea</i> .....	—	—	i
— <i>lanceolatus</i> ...	I	—	—	<i>Lagurus ovalis</i> .....	i	—	II
— <i>rigidus</i> .....	i	i	—	<i>Lolium perenne</i> .....	i	i	i
— <i>squarrosus</i> ...	—	II	—	<i>Melica magnoliai</i> .....	—	—	i
— <i>villosus</i> .....	O +	—	—	<i>Phleum arenarium</i> .....	—	—	IV
<i>Calamagrostis argentea</i> ..	—	i	—	<i>Poa bulbosa</i> .....	—	i	—
<i>Cynosurus echinatus</i> ..	i	i	—	— <i>nemorali</i> .....	—	i	—
<i>Dactylis glomerata</i> ....	II +	III	III +	<i>Trisetum flavescens</i> ...	—	II —	—
<i>Elymus canadensis</i> ...	—	—	i	<i>Vulpia geniculata</i> ....	—	—	i
<i>Festuca amethystina</i> ..	i	—	—	— <i>myuros</i> .....	—	III +	I +

#### E) Rouille noire des Aegilops.

Les souches Aeg 7, expérimentée en 1954, Aeg 8 et Aeg 9, expérimentées en 1955, provenant des *Aegilops* et appartenant à la f. sp. *tritici* de *P. graminis*, ont été étudiées en même temps que les souches provenant des Blés (voir paragraphe A).

#### F) Rouille noire des Agropyrum.

Les souches Ag 25 et Ag 26, expérimentées en 1954 en provenance d'*Agropyrum marginatum* du Maroc et appartenant à la f. sp. *tritici* de *P. graminis*, ont été étudiées au paragraphe A.

Les souches Ag 27 et Ag 28, expérimentées en 1955, Ag 30, Ag 31 et Ag 32, expérimentées en 1956, provenant toutes d'*Agropyrum repens* et appartenant à la f. sp. *secalis* de *P. graminis*, ont été étudiées en même temps que les souches provenant du Seigle (voir paragraphe C).

Une souche Ag 29, provenant d'urédospores récoltées sur *Agropyrum repens* au col de l'Argentière (Basses-Alpes), 1 500 m alt., le 28 août 1956, a montré les aptitudes parasitaires suivantes : III — sur *Agropyrum repens*, II + sur *Agropyrum caninum*, 0 sur *Secale cereale*, i sur *Arrhenatherum elatius*, *Avena sativa*, *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Poa bulbosa* et *Triticum vulgare*. Cette souche, qui attaque fortement *Agropyrum repens* et nettement *A. caninum*, mais non le Seigle, appartient vraisemblablement à la f. sp. *agropyri* de *P. graminis*.

C'est sans doute à cette même f. sp. *agropyri* qu'il faut rapporter la souche Bb 6, provenant d'écidiospores recueillies sur *Berberis vulgaris*

près de l'Argentière-la-Bessée (Hautes-Alpes), 950 m. alt., le 14 juin 1956, et qui attaque *Agropyrum caninum* mais non *A. repens*, pas plus que le Blé, le Seigle, l'Avoine et *Lolium perenne*.

### G) Rouille noire des *Agrostis*.

Deux souches Agr 5 et Agr 6, isolées toutes deux à partir d'urédo-spores prélevées sur *Agrostis* sp. dans les Pyrénées Orientales, l'une à Céret (200 m alt.) le 2 août 1955, l'autre au col de la Perche près de Montlouis (1 600 m alt.) le 13 septembre 1955, ont donné lieu à une expérimentation restreinte. *Agrostis alba* est attaqué au degré II + ; l'Avoine Grise d'hiver, le Blé Little Club, le Seigle Petkus ainsi que *Lolium perenne* sont restés indemnes. Il s'agit, dans les deux cas, de la f. sp. *agrostidis* de *P. graminis*.

### H) Rouille noire des *Arrhenatherum*.

La Rouille noire de l'Avoine élevée a été étudiée en 1956 à l'aide de six souches différentes :

- Ar 9 : à partir d'écidiospores issues par passage sur *Berberis* de téléospores recueillies sur *Arrhenatherum elatius* près d'Aubusson (Creuse), 6 avril 1956. (Nous avons simplement vérifié que les écidiospores expérimentalement obtenues étaient capables d'infecter *Arrh. elatius*.)  
 Ar 10 : à partir d'urédo-spores recueillies sur *Arrhenatherum elatius* à Vizille (Isère), 12 juin 1956.  
 Ar 11 : *id.* près Le Bourg-d'Oisans (Isère), 800 m alt., 12 juin 1956.  
 Ar 12, Ar 13 et Ar 14 : *id.*, haute vallée de l'Ubaye près Barcelonnette (Basses-Alpes), 1 250 m alt., 2 août 1956.

TABLEAU XII

Réaction des céréales et des Graminées à l'infection par les souches de *Puccinia graminis arrhenatheri* en provenance des *Arrhenatherum* et des *Berberis* en 1956.

	Ar 10	Ar 11	Ar 12-13-14	Bb 1	Bb 4	Bb 13
<i>Agrostis alba</i> .....	i	i	—	i	—	—
— <i>rupestris</i> .....	—	III	—	—	—	—
<i>Arrhenatherum elatius</i> ..	IV—	IV—	III+	IV—	III	IV—
<i>Avena sativa</i> .....	i	i	i	i	i	i
<i>Brisa media</i> .....	i	i	—	—	—	—
<i>Calamagrostis argentea</i> ..	—	—	III—	—	—	—
<i>Dactylis glomerata</i> .....	III+	III+	III+	I	IV—	—
<i>Festuca alpina</i> .....	i	—	—	—	—	—
<i>Koeleria glauca</i> .....	i	—	—	—	—	—
— <i>phleoides</i> .....	II+	—	—	—	—	—
— <i>setacea</i> .....	i	—	—	—	—	—
<i>Lagurus ovatus</i> .....	i	—	—	—	—	—
<i>Lolium perenne</i> .....	i	i	—	i	i	—
— <i>temulentum</i> .....	i	—	—	—	—	—
<i>Phleum michxlii</i> .....	i	—	—	—	—	—
<i>Poa nemoralis</i> .....	i	i	—	—	—	—
— <i>pratensis</i> .....	i	i	—	—	—	—
<i>Serale cereale</i> .....	i	i	—	i	—	i
<i>Triticum vulgare</i> .....	i	—	i	—	—	—
<i>Trisetum flavescens</i> .....	—	III+	—	—	—	—
<i>Vulpia myuros</i> .....	III+	—	—	—	—	—
— <i>uniglumis</i> .....	i	—	—	—	—	—

Il s'agit dans tous les cas, comme le montre le tableau XII, de la f. sp. *arrhenatheri* de *P. graminis*.

Appartiennent également à cette f. sp. *arrhenatheri* trois souches écidienues Bb 1, Bb 4 et Bb 13 portées par *Berberis vulgaris* dans les Alpes :

Bb 1 : à partir d'écidiospores recueillies sur *Berberis vulgaris* dans les gorges de la Romanche, près Le-Bourg-d'Oisans (Isère), 700 m alt., 12 juin 1956.

Bb 4 : *id.*, près Le-Bourg-d'Oisans (Isère), 800 m alt., 13 juin 1956.

Bb 13 : *id.* entre Jausiers et La Condamine près Barcelonnette (Basses-Alpes), 1 250 m alt., 2 août 1956.

### I) Rouille noire des Bromus.

Les souches Br 7 et Br 8, issues respectivement d'urédospores prélevées sur *Bromus ramosus* au Maroc en 1954 et d'écidiospores obtenues après passage sur *Berberis* de téléutospores recueillies sur *Bromus fasciculatus* en Espagne en 1955 (souche étudiée en 1956), ont montré leur appartenance à la f. sp. *tritici* de *P. graminis* et ont été étudiées dans le paragraphe A.

### J) Rouille noire des Calamagrostis.

Une souche Ca 1, provenant d'urédospores recueillies sur *Calamagrostis epigeios* au Pont-du-Fault, route du col d'Allos (Basses-Alpes), 1 500 m alt., le 20 août 1956, a montré la spécialisation parasitaire suivante : III + sur *Dactylis glomerata*, II + sur *Arrhenatherum elatius*, *Poa trivialis* et *Vulpia myuros*, 0 + sur *Lolium perenne*, 0 sur *Bromus tectorum*, 1 sur Avoine, Blé, Seigle, *Calamagrostis argentea* et *Festuca arundinacea*.

Ce comportement est à rapprocher de celui de la souche écidienne Bb 12 (voir tableau XVI) et s'inscrit dans le cadre de la f. sp. *dactylidis* de *P. graminis*.

### K) Rouille noire des Dactylis.

Au cours des années 1954 à 1956, cinq souches de Rouille noire issues de *Dactylis glomerata* ont été soumises à l'expérimentation :

D 3 : à partir d'urédospores recueillies sur *D. glomerata* dans la pépinière de Graminées fourragères de la Station centrale d'Amélioration des plantes de Versailles (Seine-et-Oise), 7 octobre 1954.

D 4 : *id.*, même station, 6 juillet 1955.

D 5 : *id.*, col de la Perche près de Montlouis (Pyrénées-Orientales), 1 600 m alt., 13 septembre 1955.

D 6 : *id.*, près Barcelonnette (Basses-Alpes), 1 250 m alt., 2 août 1956.

D 7 : *id.*, même station, 2 août 1956.

Les résultats de l'expérimentation réalisée à l'aide de certaines de ces souches sont résumés dans le tableau XIII.

Il ne s'agit, en aucune circonstance, de la f. sp. *arenae* de *P. graminis*, mais vraisemblablement des f. sp. *lolii* (pour les souches D3 et D4 de Versailles) et *dactylidis* (pour les souches D5 et D6 des Alpes et des Pyrénées) (voir tableau XVI) ; il est plus difficile de se prononcer sur le cas de la souche D7.

C'est à la même f. sp. *dactylidis* que nous estimons devoir rapporter diverses autres souches prélevées sur *Berberis vulgaris* (souche Bb 12) ou sur diverses Graminées (souches Ca 1, Fg et P6) et étudiées plus loin (voir tableau XVI).

TABLEAU XIII

Réaction des Graminées à certaines souches de *Puccinia graminis* en provenance de *Dactylis glomerata* en 1954, 1955 et 1956.

	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7
<i>Agrostis elegans</i> .....	i				
<i>Alopecurus agrestis</i> .....	i	i			
<i>Arrhenatherum elatius</i> .....	III		I	II	
<i>Avena pubescens</i> .....		i			
— <i>sativa</i> .....	i	i	i	i	i
<i>Bromus madritensis</i> .....				III	
— <i>tectorum</i> .....	O				
<i>Cynosurus cristatus</i> .....	—	i			
— <i>echinatus</i> .....	i	i	—	—	—
<i>Dactylis glomerata</i> .....	III +	IV —	III	III +	III +
<i>Festuca ovina</i> .....	—	i			
— <i>triflora</i> .....	—	III			
<i>Gaudinia fragilis</i> .....	i				
<i>Haynaldia villosa</i> .....	—	i			
<i>Hordeum bulbosum</i> .....	—	II			
<i>Koeleria phleoides</i> .....	II	II +	—		
— <i>villosa</i> .....	—	III —	—		
<i>Lagurus ovatus</i> .....	III —	i			
<i>Lolium italicum</i> .....	II	—	i	i	
— <i>perenne</i> .....	II	—			
— <i>temulentum</i> .....	II +	—			
<i>Melica ciliata</i> .....	—	II +			
— <i>magnoliai</i> .....	—	i			
<i>Phleum arenarium</i> .....	II	—		—	—
— <i>pratense</i> .....	I	—			
<i>Poa nemoralis</i> .....	i	—			
<i>Secale cereale</i> .....	—	i	II		—
<i>Trisetum flavescens</i> .....	i	—		i	
<i>Triticum vulgare</i> .....	i	i	i	i	i
<i>Vulpia myuros</i> .....	III +	—			

#### L) Rouille noire des *Elymus*.

La souche E II, isolée d'urédospores portées par *Elymus caput-medusae* dans nos collections de Grignon en septembre 1955, a été étudiée dans le paragraphe A consacré à la f. sp. *tritici* de *P. graminis*, à laquelle cette souche appartient.

#### M) Rouille noire des *Festuca*.

En 1955, deux souches de *P. graminis* provenant des Fétuques ont été soumises à l'expérimentation :

F 6 : à partir d'urédospores recueillies sur *Festuca arundinacea*, colétiol. de Grignon de Grignon, Botanique de Grignon (Seine-et-Oise), 24 septembre 1955.

F 7 : *id.* sur *Festuca arundinacea*, Cérêt (Pyrénées-Orientales), 13 septembre 1955.

La souche F6 a donné les degrés d'attaque : III sur *Lolium perenne*, II + sur *Dactylis glomerata* et *Vulpia myuros*, II sur *Lolium italicum*, II — sur *Secale cereale*, I + sur *Poa bulbosa*, I sur *Alopecurus agrestis* et *Elymus caput-medusae* ; par contre, *Agropyrum caninum*, *Agrostis vulgaris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Arrhenatherum elatius*, *Avena sativa*, *Briza maxima*, *Cynosurus echinatus* et *elegans*, *Festuca arundinacea* et *pratensis*, *Gaudinia fragilis*, *Poa nemoralis* et *trivialis*, *Trisetum flavescens* et *Triticum vulgare* sont demeurés indemnes de toute infection.

La souche F7 a montré un degré d'attaque II + sur *Lolium perenne* ; l'Avoine, le Seigle et le Blé sont demeurés indemnes.

Dans les deux cas, il semble bien s'agir de la f. sp. *lolii* de *P. graminis*. Rappelons qu'au cours des années antérieures, la Rouille noire des Fétuques avait, dans quatre cas sur cinq, été rapportée à la f. sp. *lolii* de *P. graminis* (la souche F5, étudiée en 1952, n'ayant pu être identifiée).

En 1956, trois souches provenant des Fétuques ont été étudiées :

F 8 : à partir d'urédospores recueillies sur *Festuca heterophylla* à Jauziers près Barcelonnette (Basses-Alpes), 1 500 m alt., 18 août 1956.

F 9 : *id.* sur *Festuca heterophylla*, Bayasse près Barcelonnette (Basses-Alpes), 1 800 m alt., 23 août 1956.

F 10 : *id.* sur *Festuca heterophylla*, Jauziers près Barcelonnette (Basses-Alpes), 1 500 m alt., 29 août 1956.

La souche F8 a donné lieu à une faible attaque sur *Dactylis glomerata* (II) et *Lolium perenne* (I), alors que le Blé, l'Avoine et le Seigle sont demeurés indemnes.

La souche F9 a permis l'obtention du degré d'attaque III sur *Dactylis glomerata*, II + sur *Arrhenatherum elatius*, *Cynosurus echinatus*, *Poa bulbosa* et *Vulpia myuros*, I sur *Bromus tectorum*, *Lolium perenne* et *Poa trivialis*, 0 sur *Festuca ovina* ; par contre, *Agrostis alba*, *Alopecurus pratensis*, *Avena sativa*, *Bromus erectus*, *Calamagrostis argentea*, *Festuca heterophylla*, *Gaudinia fragilis*, *Koeleria cristata*, *Lolium multiflorum*, *Phleum nodosum*, *Poa nemoralis*, *Secale cereale*, *Trisetum flavescens* et *Triticum vulgare* sont demeurés indemnes.

La souche F 10 a procuré une attaque du type II + sur *Lolium perenne*, tandis qu'*Arrhenatherum elatius*, *Avena sativa*, *Dactylis glomerata*, *Poa bulbosa*, *Secale cereale* et *Triticum vulgare* demeureraient intacts.

La souche F9 semble bien s'inscrire dans le cadre de la f. sp. *dactylidis* de *P. graminis* (voir tableau XVI) ; il est plus difficile de se prononcer sur le cas des souches F8 et F 10.

#### N) Rouille noire des *Haynaldia*.

La souche Ha 1, isolée au Maroc sur *Haynaldia hordeacea* en 1954, a montré son appartenance à la f. sp. *tritici* de *P. graminis* et a été étudiée au paragraphe A.

O) Rouille noire des *Lolium*.

En 1954, deux souches L 23 et L 24 prélevées sur *Lolium perenne* dans la pépinière de Ray-Grass de la Station Centrale d'Amélioration des plantes de Versailles, respectivement le 9 septembre 1954 et le 7 octobre 1954, ont montré leur appartenance à la t. sp. *lolii* de *P. graminis*.

Il en est de même des deux souches L 25 et L 26 étudiées en 1955 à partir d'urédospores recueillies sur *Lolium perenne*, respectivement à Bois d'Arcy (Seine-et-Oise) le 21 septembre 1955 et à Grignon (Seine-et-Oise) le 8 octobre 1955.

Les principaux résultats relatifs à ces quatre souches sont résumés dans le tableau XIV.

TABLEAU XIV

Réaction des Graminées à l'infection par les souches de *Puccinia graminis lolii* en provenance des *Lolium* en 1954 (L 23 et L 24) et 1955 (L 25 et L 26).

	L 23	L 24	L 25	L 26
<i>Agropyrum caninum</i> .....	—	O	i	—
<i>Agrostis vulgaris</i> .....	—	i	—	—
<i>Alopecurus agrestis</i> .....	—	—	i	i
<i>Arrhenatherum elatius</i> .....	—	I	i	i
<i>Avena sativa</i> .....	i	i	i	i
<i>Briza maxima</i> .....	—	I	i	i
<i>Bromus arvensis</i> .....	i	O	i	i
— <i>commutatus</i> .....	I	—	—	—
— <i>macrostachys</i> .....	i	—	i	—
— <i>madritensis</i> .....	I	—	—	I +
— <i>maximus</i> .....	O +	—	—	—
— <i>squarrosus</i> .....	II	—	—	—
— <i>sterilis</i> .....	I	—	—	i
— <i>sectorum</i> .....	O -	l	—	O
<i>Cynosurus echinatus</i> .....	—	i	i	i
— <i>elegans</i> .....	—	—	O +	—
<i>Dactylis glomerata</i> .....	—	III	II +	O +
<i>Festuca arundinacea</i> .....	—	—	O +	III
— <i>triflora</i> .....	—	—	III	—
<i>Gaudima fragilis</i> .....	—	—	i	i
<i>Koeleria phleoides</i> .....	—	I +	—	—
<i>Lagurus oratus</i> .....	—	III -	—	—
<i>Lolium sativum</i> .....	—	III +	III	III
— <i>perenne</i> .....	III	II	III	III
— <i>temulentum</i> .....	—	II	—	III
<i>Phleum arenarium</i> .....	—	II	—	—
<i>Poa bulbosa</i> .....	—	—	i	III -
— <i>nemoralis</i> .....	—	i	—	i
— <i>trivialis</i> .....	—	—	i	i
<i>Secale cereale</i> .....	i	i	O +	i
— <i>montanum</i> .....	O +	—	—	—
<i>Triticum vulgare</i> .....	i	i	i	i
<i>Vulpia myuros</i> .....	—	III	II +	II

### P) Rouille noire des *Poa*.

Deux souches de Rouille noire portées par les Paturins ont été étudiées en 1956 :

P 5 : à partir d'urédospores prélevées sur *Poa pratensis* près de La Grave (Hautes-Alpes), 1 000 m alt., 13 juin 1956.

P 6 : *id.* sur *Poa pratensis* près de Barcelonnette (Basses-Alpes), 1 600 m alt., 25 août 1956.

La souche P 5 a donné lieu à une faible attaque du type I sur *Dactylis glomerata* ; par contre, *Agropyrum repens*, *Agrostis canina*, *Arrhenatherum elatius*, *Avena sativa* et *Lolium perenne* sont restés indemnes.

La souche P 6 a donné les résultats suivante : III + sur *Dactylis glomerata*, *Poa bulbosa* et *trivialis*, I sur *Arrhenatherum elatius*, i sur *Agrostis canina*, *Avena sativa*, *Bromus madritensis* et *tectorum*, *Secale cereale*, *Trisetum flavescens*, *Triticum vulgare* et *Vulpia myuros*.

La souche P 6 s'inscrit vraisemblablement dans le cadre de la f. sp. **dactylidis** de *P. graminis* (voir tableau XVI) ; il est plus difficile de se prononcer sur le cas de la souche P5.

### Q) Rouille noire des *Trisetum*.

Une souche Tr 3, provenant d'écidiospores issues par passage sur *Berberis* de téléospores portées par *Trisetum distichophyllum* dans notre collection de Graminées de Grignon, a été étudiée en 1954 et a montré son appartenance à la f. sp. **arenæ** de *P. graminis* (voir paragraphe D).

### R) Rouille noire des *Berberis*.

Les formations écidienne de la Rouille noire sont extrêmement fréquentes dans les hautes vallées de la Durance (régions de Briançon et de Guillestre) et de son affluent l'Ubaye (région de Barcelonnette), où les *Berberis* pullulent et forment parfois de véritables peuplements assez difficilement accessibles.

En aucun cas ces formations écidienne, d'apparition parfois tardive au point que de jeunes écidies encore accompagnées de spermogonies fraîches ont été vues jusque vers la mi-août, n'ont été trouvées en rapport avec la Rouille noire du Blé. Il s'agit, pour tous les prélèvements faits, de formes étroitement adaptées au parasitisme sur les Graminées spontanées qui croissent à proximité et qui sont presque partout abondamment rouillées ; ces Graminées s'inscrivent dans les genres *Agropyrum*, *Agrostis*, *Arrhenatherum*, *Briza*, *Calamagrostis*, *Dactylis*, *Festuca*, *Koeleria*, *Poa*, *Sesleria* et *Trisetum*.

Déjà, au cours des paragraphes précédents, nous avons montré quelques-uns de ces rapports : ainsi, les souches Bb 3, Bb 8, Bb 10, Bb 11 et Bb 15 ont pu être rapportées à la f. sp. *secalis* de *P. graminis* (le couple d'hôtes naturels étant généralement *Berberis vulgaris*-*Agropyrum repens*), la souche Bb 6 à la f. sp. *agropyri* (le couple d'hôtes naturels étant généralement *Berberis vulgaris*-*Agropyrum caninum*), les souches Bb 1, Bb 4 et Bb 13 à la f. sp. *arrhenatheri* (le couple d'hôtes naturels étant généralement *Berberis vulgaris*-*Arrhenatherum elatius* ou *Dactylis glomerata*). Ces cas simples se rencontrent lorsque la Graminée réceptive constitue un peuplement à peu près exclusif au voisinage de l'hôte écidien.

Dans d'autres cas, il nous a été impossible d'identifier avec certitude la forme spéciale à laquelle appartenait telle ou telle souche écidienne récoltée. Presque toujours, ces cas correspondent à la présence, au voisinage de l'Épine-Vinette sur laquelle a été effectué le prélèvement, d'un tapis herbacé constitué de plusieurs espèces de Graminées réceptives.

Ceci est le cas des souches écidiennes suivantes :

- Bb 2 : à partir d'écidiospores recueillies sur *Berberis vulgaris* près La Grave (Hautes-Alpes), 1 300 m alt., 13 juin 1956.  
 Bb 5 : *id.*, près Le Bourg d'Oisans (Isère), 800 m alt., 13 juin 1956. Résultats expérimentaux obtenus : O+ sur *Dactylis glomerata*, 1 sur Avoine, *Arrhenatherum elatius*, *Lolium perenne* et *Poa bulbosa*.  
 Bb 7 : *id.*, près Monétier-les-Bains (Hautes-Alpes), 1 550 m alt., 13 juin 1956.  
 Bb 9 : *id.*, près Briançon (Hautes-Alpes), 1 150 m alt., 14 juin 1956.  
 Bb 12 : *id.*, Bayasse près Barcelonnette (Basses-Alpes), 1 800 m alt., 13 août 1956.

Le comportement très hétérogène de ces souches est mis en évidence dans le tableau XV.

L'interprétation biologique de l'ensemble de ces souches est complexe et incertaine ; elle oblige de faire appel à plusieurs hypothèses :

a) mélange de deux ou plusieurs souches à l'intérieur de certains prélèvements,

b) caractère hybride de certaines souches, qui réunissent les aptitudes parasitaires de deux ou plusieurs formes spéciales bien définies (f. sp. *agropyri*, *arrhenatheri*, *avenae*, *poae*),

c) existence d'une forme spéciale plus ou moins bien individualisée et distincte des formes spéciales antérieurement reconnues.

Tout en acceptant fort volontiers, dans certains cas tout au moins, les deux premières hypothèses ci-dessus formulées (valables surtout, semble-t-il, pour les souches Bb 2 et Bb 7), nous sommes assez enclins à ne pas rejeter (en particulier dans le cas de la souche Bb 12) la troisième et, par suite, à admettre l'existence vraisemblable, aux altitudes moyennes (1 250 à 1 800 m) des massifs alpin et pyrénéen français, d'une forme spéciale particulière, pour laquelle nous proposons le nom de f. sp. *dactylidis* et à laquelle il semble que l'on puisse, sur le plan écologique et biologique, attribuer les caractéristiques suivantes :

- habitat montagnard,
- évolution estivale tardive (toutes nos récoltes d'écidiées se situent entre le 2 août et le 13 septembre),
- brièveté de l'urédo, précocité et intensité de la probasidiogenèse <sup>(1)</sup>,
- nette plurivorie.

TABLEAU XV

Réaction des Graminées à l'égard de quelques souches écidiennees de *Puccinia graminis* portées par *Berberis vulgaris* en 1956.

	Bb 2	Bb 5	Bb 7	Bb 9	Bb 12
<i>Aegilops ovata</i> .....	i	—	—	—	—
— <i>triuncialis</i> .....	—	—	—	—	—
— <i>ventricosa</i> .....	—	—	—	—	—
<i>Agropyrum campestre</i> .....	i	—	i	—	—
— <i>caninum</i> .....	—	—	III	i	i
— <i>panormitanum</i> ..	III +	—	—	—	—
— <i>repens</i> .....	i	—	i	—	i
— <i>rigidum</i> .....	i	—	—	—	—
<i>Agrostis canina</i> .....	i	—	i	—	—
<i>Anthoxanthum odoratum</i> ..	i	—	—	—	—
<i>Arrhenatherum elatius</i> ..	—	i	—	—	II -
<i>Avena sativa</i> .....	i	i	III	i	i
<i>Bromus erectus</i> .....	—	—	—	—	—
— <i>madritensis</i> .....	—	—	i	I +	—
— <i>teclorum</i> .....	—	—	—	—	O -
<i>Dactylis glomerata</i> .....	II +	O +	i	i	III -
<i>Elymus canadensis</i> .....	i	—	—	—	—
<i>Festuca heterophylla</i> .....	i	—	—	—	—
— <i>occulta</i> .....	i	—	i	—	i
<i>Haynaldia hordeacea</i> .....	i	—	—	—	—
— <i>villosa</i> .....	—	—	i	—	—
<i>Hordium maritimum</i> .....	—	—	—	—	—
— <i>murinum</i> .....	i	—	—	—	—
<i>Koeleria cristata</i> .....	i	—	i	—	—
— <i>glauca</i> .....	i	—	—	—	—
— <i>setacea</i> .....	i	—	i	—	—
<i>Lagurus ovalis</i> .....	i	—	—	—	—
<i>Lolium perenne</i> .....	i	i	i	i	O +
<i>Poa bulbosa</i> .....	—	i	—	—	II +
— <i>trivialis</i> .....	—	—	—	—	i
<i>Secale cereale</i> .....	i	—	i	i	i
<i>Triticum vulgare</i> .....	i	—	i	i	i
<i>Vulpia myuros</i> .....	—	—	—	—	III +

(1) Ces particularités évolutives de la f. sp. *dactylidis* se remarquent aussi bien en nature que lors de l'expérimentation provoquée en serre :

a) En nature :

La souche D 6, recueillie sur *Dactylis glomerata* le 2 août 1956 dans le massif alpin (environs de Barcelonnette, 1 250 m alt.), nous a montré, au moment de la récolte, des urédosores jeunes et encore recouverts par l'épiderme et des téléutosores déjà constitués, dont certains n'avaient pas encore esquissé leur déhiscence.

La souche Bb 12, recueillie sur *Berberis vulgaris* le 13 août 1956 dans le massif alpin (environs de Barcelonnette, 1 800 m alt.), nous a montré, au moment de la récolte, des cupules écidiennees encore jeunes et fraîches et ayant permis, quelques jours plus tard, une contamination positive sur diverses Graminées.

b) En serre :

Sur plantules artificiellement contaminées et maintenues en serre jusqu'à dessiccation totale de leur feuillage, nous avons constaté l'apparition de téléutosores dans les cas suivants :

- sur *Arrhenatherum elatius* et *Vulpia myuros* avec la souche Bb 12
- sur *Dactylis glomerata* avec la souche Ca 1
- sur *Bromus madritensis* et *Dactylis glomerata* avec la souche D 6
- sur *Dactylis glomerata*, *Poa bulbosa* et *Vulpia myuros* avec la souche F 9.

Le pourcentage des cas où a été observée la formation de téléutosores sur plantules contaminées

Le spectre phytoparasitaire de la f. sp. *dactylidis*, établi en fonction des degrés d'attaque observés sur diverses Graminées à l'aide des souches Bb 12 (sur *Berberis vulgaris*), Ca 1 (sur *Calamagrostis epigeios*), D 5 et D 6 (sur *Dactylis glomerata*), P 6 (sur *Festuca heterophylla*) et P 6 (sur *Poa pratensis*), est précisé dans le tableau XVI.

TABLEAU XVI

Réaction des Graminées à l'infection par les souches de *Puccinia graminis dactylidis* en provenance de *Berberis vulgaris* et de diverses Graminées en 1956.

	Bb 12	Ca 1	D 5	D 6	P 6	P 6
<i>Agropyrum caninum</i> ....	i					—
— <i>repens</i> ....	i	—				—
<i>Alopecurus albus</i> ....						—
— <i>canina</i> ....	i	—				i
<i>Alopecurus pratensis</i> ....						—
<i>Arrhenatherum elatius</i> ....	II +	II +	i	II	II	I
<i>Avena sativa</i> ....	i	i	i			i
<i>Bromus erectus</i> ....	—	—				—
— <i>madritensis</i> ....	—	—		III		i
— <i>terrestris</i> ....	O +	O		—	i	i
<i>Calamagrostis argentea</i> ....	—	i		—	i	—
<i>Cynosurus echinatus</i> ....	—	—		—	II	—
<i>Dactylis glomerata</i> ....	III +	III +	III	III +	III	III +
<i>Festuca arenaria</i> ....	i	i		—	—	—
— <i>arundinacea</i> ....	i	i		—	—	—
— <i>heterophylla</i> ....	i	—		—	—	—
— <i>ovina</i> ....	i	—		—	O	—
<i>Gaudinia fragilis</i> ....	—	—		—	i	—
<i>Koeleria cristata</i> ....	—	—		—	i	—
<i>Lolium italicum</i> ....	—	—		i	—	—
— <i>perenne</i> ....	O	O		—	I	—
<i>Phleum nodosum</i> ....	—	—		—	i	—
<i>Poa bathusa</i> ....	II	—		—	II +	III +
— <i>nemoralis</i> ....	—	—		—	—	—
— <i>trifida</i> ....	i	II		—	I	III +
<i>Secale cereale</i> ....	i	—	II	—	i	i
<i>Triticum flavescent</i> ....	—	—	—	i	i	i
<i>Triticum vulgare</i> ....	i	i	i	i	i	i
<i>Vulpia myosuroides</i> ....	III	II		—	II +	i

en serre atteint 53 p. 100 pour l'ensemble des souches étudiées de la f. sp. *dactylidis* de *P. graminis*.

Quatre autres formes spécifiques (*agropyri* en provenance d'*Agropyrum repens*, *arrhenatheri* en provenance d'*Arrhenatherum elatius*, *secalis* en provenance d'*Agropyrum repens* et de *Berberis vulgaris*, *tritici* en provenance d'*Hordeum murinum*) nous ont également montré, mais en proportion sensiblement plus faible, la formation de téléosores sur plantules contaminées en serre (au cours des années 1954 à 1956), par exemple :

— f. sp. *agropyri* : sur *Agropyrum caninum* (avec la souche Ag 29)

— f. sp. *arrhenatheri* : sur *Arrhenatherum elatius*, *Calamagrostis argentea* et *Dactylis glomerata* (avec les souches Ar 11, Ar 12 et Ar 14).

— f. sp. *secalis* : sur *Agropyrum caninum*, *Bromus squarrosus* et *Secale cereale* (avec les souches Ag 27, Ag 30, Ag 31 et Bb 10).

— f. sp. *tritici* : sur *Elymus hordeiformis* (avec la souche H 26).

A deux exceptions près (souche Ag 27 provenant d'Algérie et ayant donné des téléosores sur *Bromus squarrosus*, souche H 26 provenant de Grignon et ayant donné des téléosores sur *Elymus hordeiformis*), toutes les souches ayant abouti à la formation de téléosores sur plantules contaminées en serre étaient de provenance moutagnarde.

En s'en tenant aux hôtes les plus significatifs, la caractérisation biologique de la f. sp. *dactylidis* est essentiellement la suivante :

Avoine	i
Blé	i
Seigle	i (? exceptionnellement II+)
<i>Agropyrum</i>	i
<i>Agrostis</i>	i
<i>Phleum</i>	i
<i>Lolium</i>	O+ à I
<i>Poa</i>	I à II+ (? exceptionnellement III+) <sup>(1)</sup>
<i>Arrhenatherum</i>	I à II+
<i>Dactylis</i>	III à III+.

Par la structure de son complexe d'hôtes ainsi que par son habitat montagnard strict et son évolution cyclique étroitement liée à *Berberis vulgaris*, la f. sp. *dactylidis* de *P. graminis* s'isole nettement de l'ensemble des autres formes spéciales antérieurement reconnues, aussi bien céréalicoles (f. sp. *avenae*, *secalis* et *tritici*) que graminicoles (f. sp. *agropyri*, *agrostidis*, *arrhenatheri*, *lolii*, *phlei-pratensis* et *poae*).

## RÉSUMÉ

Au cours des années 1954 à 1956, les observations et expérimentations sur la Rouille noire des Graminées et des céréales ont été poursuivies, en nature et en serre, au Laboratoire de Botanique de l'Ecole Nationale d'Agriculture de Grignon.

Les dégâts provoqués par la maladie sur les céréales en terre ont été peu importants au cours de ces trois années ; la faible intensité de l'attaque de Rouille noire ne permet pas d'attacher une grande signification aux notations qui ont été faites sur le comportement des variétés dans le champ.

139 essais d'obtention d'écidies sur *Berberis vulgaris* ont été tentés à partir de pailles rouillées de Graminées variées provenant de diverses régions de France ; 29 ont été couronnés de succès.

L'expérimentation en serre a porté au total sur 134 souches de Rouille noire, dont :

**P. gr. *tritici*** : 88 souches dont 26 en 1954 (race 14 identifiée 3 fois ; race 17, 4 fois ; race 21, 14 fois ; race 24, 1 fois ; race 75, 2 fois ; race 133, 2 fois), 35 en 1955 (race 14 identifiée 1 fois ; race 17, 2 fois ; race 21, 29 fois ; race 34, 1 fois ; race 133, 2 fois) et 27 en 1956 (race 14 identifiée 3 fois ; race 17, 1 fois ; race 21, 13 fois ; race 75, 1 fois ; race 116, 1 fois ; race 122, 1 fois ; race 133, 5 fois ; race 186, 2 fois) ; sur ces 88 souches, 76 provenaient du Blé, 1 de l'Orge, 2 d'*Aegilops ovata*, 1 d'*Aegilops* sp., 2 d'*Agropyrum marginatum*, 2 de *Bromus fasciculatus*,

<sup>(1)</sup> Nous n'excluons pas qu'il puisse exister, sur *Poa pratensis* dans les Alpes, une forme spéciale particulière, très virulente à l'égard des *Poa* et distincte, par sa nette plurivorie, de la f. sp. *poae* antérieurement décrite d'Europe et d'Amérique septentrionale.

1 de *Bromus ramosus benekeni*, 1 d'*Elymus caput-medusae*, 1 d'*Haynaldia hordeacea* et 1 d'*Hordeum murinum*.

**P. gr. secalis** : 12 souches dont 4 en 1955 et 8 en 1956 ; sur ces 12 souches, 2 provenaient du Seigle, 5 d'*Agropyrum repens* et 5 de *Berberis vulgaris*.

**P. gr. avenae** : 4 souches dont 1 (sur *Trisetum distichophyllum*) en 1954 et 3 (sur *Avena alba*, *A. barbata* et *A. sterilis*) en 1956.

**P. gr. agropyri** : 2 souches (dont 1 sur *Agropyrum repens* et 1 sur *Berberis vulgaris*) en 1956.

**P. gr. agrostidis** : 2 souches (sur *Agrostis* sp.) en 1955.

**P. gr. arrhenatheri** : 9 souches (dont 6 sur *Arrhenatherum elatius* et 3 sur *Berberis vulgaris*) en 1956.

**P. gr. dactylidis** : 6 souches (dont 1 sur *Calamagrostis epigeios*, 2 sur *Dactylis glomerata*, 1 sur *Festuca heterophylla*, 1 sur *Poa pratensis* et 1 sur *Berberis vulgaris*) en 1956.

**P. gr. lolii** : 8 souches dont 3 en 1954 et 5 en 1955 ; sur ces 8 souches, 2 provenaient de *Dactylis glomerata*, 1 de *Festuca arundinacea*, 1 de *Festuca gigantea* et 4 de *Lolium perenne*.

Trois souches (1 provenant de *Poa pratensis* et 2 de *Festuca heterophylla*) n'ont pu être rapportées avec certitude à aucune forme spéciale déjà définie.

Pour l'ensemble des trois années 1954 à 1956, les races suivantes de **P. graminis tritici** ont été reconnues : la race 21 dans 56 cas, la race 133 dans 9 cas, la race 14 dans 7 cas, la race 17 dans 7 cas, la race 75 dans 3 cas, la race 186 dans 2 cas, les races 24, 34, 116 et 122 chacune dans 1 cas.

La race 75 est dans tous les cas représentée par un biotype particulier 75 B, distinct du type par le fait qu'il donne sur *Reliance* un degré d'attaque du type i (au lieu de II +).

La race 186 est représentée dans un cas par un biotype particulier, 186 B ; celui-ci est caractérisé par la faible sensibilité (I +) de la variété *Reliance*, qui est totalement réfractaire au type.

La race 34 est la plus virulente ; sa virulence est proche de celle des races 15 et 40. La race 14 est la moins virulente.

Le comportement d'un grand nombre de variétés de céréales et d'espèces de Graminées a été étudié à l'égard des diverses souches identifiées de **Puccinia graminis** : environ 8 500 contaminations expérimentales ont été réalisées en serre.

Certaines variétés de Blé (GN = 80-3, *Guatrache*, *Oro*, *Thatcher*), réputées pour leur haute résistance à l'égard de la Rouille noire, n'ont été sérieusement attaquées que par la race 34. La variété *Etoile de Choisy* a témoigné d'un comportement assez satisfaisant dans l'ensemble.

Parmi les diverses races physiologiques étudiées de **P. graminis tritici**, la race 21 est celle qui accepte le plus grand nombre d'hotes

TABLEAU XVII

Répartition des races physiologiques de *Puccinia graminis tritici* en France, Afrique du Nord, Liban et Espagne au cours des années 1954 à 1956, selon les années, selon les régions et selon les hôtes spontanés.

Race	Répartition selon les années			Répartition selon les régions	Répartition selon les hôtes spontanés
	1954	1955	1956		
14	3 fois	1 fois	3 fois	France : Région parisienne Ouest : Calvados Sud-Ouest : Haute Garonne Midi : Hérault Algérie : Alger Liban	Blé (6 fois) <i>Aegilops ovata</i> (1 fois)
17	4 fois	2 fois	1 fois	France : Région parisienne Nord : Somme Est : Marne Sud-Ouest : Haute-Garonne Algérie : Alger Maroc : Moyen-Atlas	Blé (6 fois) <i>Agropyrum marginatum</i> (1 fois)
21	14 fois	29 fois	13 fois	France : Région parisienne Nord : Oise Ouest : Ille-et-Vilaine Centre : Aveyron, Lozère, Puy-de-Dôme Midi : Gard, Aude, Hérault, Vaucluse Sud-Est : Var, Basses-Alpes Sud-Ouest : Haute-Garonne Algérie : Alger Maroc : Moyen-Atlas Espagne : Teruel	Blé (50 fois) <i>Aegilops ovata</i> (1 fois) " sp. (1 fois) <i>Agropyrum marginatum</i> (1 fois) <i>Bromus fasciculatus</i> (1 fois) <i>Elymus caput-medusae</i> (1 fois) <i>Hordeum murinum</i> (1 fois)
24	1 fois			Maroc : Moyen-Atlas	<i>Haynaldia hordeacea</i> (1 fois)
34		1 fois		France : Région parisienne	Blé (1 fois)
75	2 fois		1 fois	France : Région parisienne Maroc : Moyen-Atlas	Blé (2 fois) <i>Bromus ramosus benekeni</i> (1 fois)
116			1 fois	France : Sud-Est : Basses-Alpes	Blé (1 fois)
122			1 fois	France : Sud-Est : Hautes-Alpes	Blé (1 fois)
133	2 fois	2 fois	5 fois	France : Région parisienne Est : Saône-et-Loire Sud-Est : Isère, Basses-Alpes Sud-Ouest : Gironde, Haute-Garonne Centre : Cantal Espagne : Teruel	Blé (7 fois) Orge (1 fois) <i>Bromus fasciculatus</i> (1 fois)
186			2 fois	France : Midi : Hérault Sud-Est : Basses-Alpes	Blé (2 fois)

parmi les Graminées spontanées : elle a été isolée sur *Aegilops creta*, *Agropyrum marginatum*, *Bromus fasciculatus*, *Elymus caput-medusae* et *Hordeum murinum*.

Dans les montagnes du Maroc (Moyen-Atlas et Grand-Atlas, entre 1450 et 2 100 m d'alt.), *P. graminis tritici* sévit avec une forte intensité sur des Graminées vivaces (*Agropyrum marginatum*, *Bromus ramosus benekeni*, *Haynaldia hordeacea*), à endémisme plus ou moins marqué, dans des régions où les *Berberis* sont rares : ces Graminées supportent les races physiologiques (17, 21, 24 et 75) qui sont précisément celles que l'on trouve le plus fréquemment dans les cultures de Blé d'Afrique du Nord et de France. Il est probable que ces régions montagneuses constituent des foyers naturels permanents de Rouille noire et que les épidémies qui sévissent en plaine en Afrique du Nord et en France ont là, en partie du moins, leur origine.

L'étude de la race physiologique 21 de *P. graminis tritici* a révélé que certaines Graminées (*Bromus maximus*, *Hordeum murinum*) sont beaucoup plus réceptives à l'égard des souches du parasite en provenance de l'Afrique du Nord qu'à l'égard de celles en provenance de la France métropolitaine.

Une nouvelle forme spéciale est créée (f. sp. *dactylidis*) pour désigner une forme de Rouille noire (*Puccinia graminis*) qui vit sur diverses Graminées spontanées, mais non sur les céréales : elle attaque fortement *Dactylis glomerata* (III à III +), médiocrement les *Arrhenatherum* et *Poa* (I à II +), à peine les *Lolium* (0 + à 1) et respecte totalement les *Agropyrum*, *Agrostis* et *Phleum*.

Les formations écidienne de la Rouille noire (sur *Berberis vulgaris*) ont été particulièrement étudiées dans les Alpes méridionales (hautes vallées de la Durance et de l'Ubaye), où elles sont très abondantes et d'évolution parfois tardive (de jeunes écidies, encore accompagnées de spermogonies fraîches, ont été vues jusque vers la mi-août). En aucun cas, ces écidies n'ont été trouvées en rapport avec la Rouille noire du Blé : elles évoluent en liaison avec les Graminées croissant à proximité et surtout abondamment rouillées (*Agropyrum*, *Agrostis*, *Arrhenatherum*, *Briza*, *Calamagrostis*, *Dactylis*, *Festuca*, *Koeleria*, *Poa*, *Sesleria* et *Trisetum*) et s'inscrivent, pour la plupart dans les f. sp. *agropyri*, *arrhenatheri*, *dactylidis* et *secalis* de *P. graminis*, pour quelques-unes d'entre elles dans des formes spéciales qu'il n'a pas été possible d'identifier avec certitude.

Le tableau XVII reproduit, pour les années 1954 à 1956, la répartition des races physiologiques de *P. graminis tritici* selon les années, selon les régions et selon les hôtes spontanés.

Reçu pour publication le 17 avril 1957.



LES FACTEURS ALIMENTAIRES DE LA FÉCONDITÉ  
CHEZ LE DORYPHORE (*Leptinotarsa decemlineata* SAY)  
(Col. *Chrysomelidae*)

PAR

Pierre GRISON (1)

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction.

CHAPITRE PREMIER

GÉNÉRALITÉS

- I. — Phases biologiques de la vie imaginale du Doryphore.
- II. — Méthodes expérimentales et techniques des essais.
- III. — Influence des facteurs externes sur la fécondité.
- IV. — Influence de la quantité d'aliment consommé sur la fécondité du Doryphore.

CHAPITRE II

VARIATION DE LA FÉCONDITÉ DU DORYPHORE  
EN FONCTION  
DE L'ÉTAT PHYSIOLOGIQUE DE LA PLANTE-HÔTE.

- I. — Caractères des modifications biochimiques subies par le végétal.
- II. — Variation de la fécondité de l'Insecte nourri de feuillage prélevé dans différentes conditions.
  - a) influence des conditions de culture du végétal.
  - b) influence de l'heure du prélèvement.
  - c) influence de l'âge des feuilles ou du stade de développement végétatif de la plante-hôte.
- III. — Relations entre la composition chimique de l'aliment et la fécondité.
  - a) dosages et bilans.
  - b) essais avec aliments « supplémentés ».

(1) Travail fait à la Station centrale de Zoologie Agricole, Versailles.

**IV. — Discussion.**

- a) cas des constituants azotés.
- b) cas des constituants glucidiques.

**CHAPITRE III****VARIATION DE LA FÉCONDITÉ DU DORYPHORE  
EN FONCTION DE LA RICHESSE DE L'ALIMENT  
EN LIPIDES CHOLINIQUES**

**I. — Évolution des substances choliniques chez le Doryphore.**

**II. — Évolution chez la Pomme de terre.**

**III. — Variation de la teneur des insectes en fonction de la richesse de l'aliment en substances choliniques.**

**IV. — Influence de la richesse de l'aliment en lipides phosphatidiques sur la fécondité du Doryphore.**

- a) richesse naturelle de l'aliment et influence variétale.
- b) essais avec aliments supplémentés avec des lécithines.
- c) examens anatomo-histologiques.

**V. — Discussion.**

**Conclusions générales.**

---

**INTRODUCTION**

Dans le cas de reproduction sexuée, la fécondité ( $F$ ) ou taux de reproduction des femelles, est un des éléments essentiels de la prolifération théorique ( $P$ ) d'une espèce puisqu'elle en est la raison géométrique ; dans la formule  $P = \left(\frac{F}{2}\right)^n$  (PRENANT, 1934),  $\left(\frac{F}{2}\right)$  représente la descendance d'un couple, et ( $n$ ) le nombre de générations dans un délai déterminé.

Cependant, dans la nature, de nombreuses causes de mortalité (facteurs abiotiques, parasitisme, concurrence vitale...) réduisent considérablement cette descendance, et concourent au maintien de l'« équilibre biologique » entre les espèces par la limitation du taux de prolifération naturelle de chacune d'elles.

Par la culture, l'Homme modifie ces conditions naturelles et provoque des pullulations anormales particulièrement dans le cas des Insectes phytophages qui représentent déjà près de 50 p. 100 de la faune entomologique. L'extension des plantes cultivées assure aux espèces qui leur sont directement inféodées, ou qui sont susceptibles de s'y adapter par allotrophie, une nourriture tellement abondante en un même

lieu que l'équilibre biologique peut se trouver rompu au bénéfice de l'espèce nuisible qui prélève une dîme plus ou moins écrasante sur les réserves constituées par l'Homme pour son propre usage ou pour les espèces animales qu'il a domestiquées pour ses besoins. Les conséquences de l'allotrophie ont été prises bien souvent en considération, ce que nous avons rappelé récemment (GRISON et BILZOTTI, 1953).

Ainsi au siècle dernier l'introduction et l'extension de la culture de la Betterave à sucre dans les steppes ukrainiennes provoquèrent une brutale pullulation de *Cleonus punctiventris* GERM. vivant jusqu'alors aux dépens des Chénopodiacées sauvages de ces régions. Malgré une fécondité assez faible (40 œufs par femelle) et une seule génération annuelle, on comptait chaque année en avril-mai, une densité de 10 imagos par m<sup>2</sup> (KRASSILCHIK, 1888).

Il en fut de même du Doryphore, dont l'histoire a été maintes fois retracée. Vivant dans les régions semi-désertiques du plateau du Colorado aux dépens d'une Solanacée, *Solanum rostratum* DUN, l'acclimatation de la Pomme de terre dans les plaines du Far-west par les colons du milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, lui offrit, avec une nouvelle plante-hôte, une vaste possibilité de dispersion à travers le continent nord-américain (B. TROUVELOT, 1934).

Si l'animal bénéficie, en certaines circonstances, de l'occasion qui lui est offerte pour accroître son « potentiel biotique », en contre-partie, l'agronome peut espérer trouver des plantes-hôtes dont la structure physico-chimique ne permette pas à l'Insecte de croître et de se reproduire d'une manière satisfaisante pour sa perpétuation.

La mise en évidence par B. TROUVELOT et ses collaborateurs des mauvaises conditions de croissance du Doryphore sur plusieurs *Solanum* tubérifères sauvages est un exemple des ressources que la Nature peut offrir à l'Homme pour limiter la prolifération de ses ennemis (B. TROUVELOT, 1939) ; nous avons montré également que ces végétaux réduisent la fécondité des femelles qui s'en nourrissent (TROUVELOT et GRISON, 1935).

L'étude des propriétés de la Pomme de terre, *Solanum tuberosum* L., aliment normal de *Leptinotarsa decemlineata* SAY permet d'apporter une contribution à nos connaissances sur les facteurs de nutrition qui conditionnent la fécondité chez l'Insecte phytophage.

\* \* \*

Ce travail a été présenté le 15 juin 1956 comme deuxième thèse pour l'obtention du grade de Docteur ès Sciences naturelles devant un jury composé des Professeurs GRASSE, COUSIN et NOIROT, la première thèse portant sur « Les facteurs du Comportement chez l'Imago du Doryphore ».

Qu'il nous soit permis d'exprimer à nouveau notre reconnaissance aux Maîtres et amis qui nous ont guidé et conseillé et d'adresser nos plus vifs remerciements à ceux qui nous ont aidé dans notre tâche. Nous sommes redevables à notre Institut National de la Recherche Agronomique et à Monsieur TROUVELOT, notre Directeur Central, de favoriser la poursuite de recherches qui tendent à apporter une contribution aux connaissances générales sur la Biologie des Insectes.

## CHAPITRE PREMIER

### GÉNÉRALITÉS

#### I. — PHASES BIOLOGIQUES DE LA VIE IMAGINALE DU DORYPHORE

Sous les climats des régions septentrionales de la France, il a été reconnu que l'imago de *L. decemlineata* subissait, dans le sol, un arrêt de développement caractérisé par un état de torpeur et d'inactivité d'octobre à avril. Ce repos hivernal a une double signification, physiologique et écologique, que nous ne discuterons pas ici ; en particulier il correspond à une diapause imaginale qui peut se produire ou non au cours d'une génération donnée mais qui apparaît toujours dans une succession de deux ou trois générations (GRISON, 1944 a).

Avant cette manifestation, et après la mue imaginale, l'Insecte traverse une période de courte durée (une dizaine de jours) pendant laquelle il s'alimente avidement et ses gonades achèvent leur maturation (BUSNEL, 1939) : c'est la *période ou phase de maturation* (GRISON et LE BERRE, 1953). Le « coefficient d'utilisation digestive », qui exprime le pourcentage de matière sèche retenue par l'organisme par rapport à la matière sèche ingérée, interprète assez bien les exigences de l'animal puisqu'il est de 50 p. 100 chez le mâle et 57 p. 100 chez la femelle pendant cette période, alors qu'il n'est plus respectivement que 46 p. 100 et 36 p. 100 après la diapause (GRISON et ROEHRICH, 1946).

Lorsque la *diapause* survient (seconde période de la vie imaginale), il y a arrêt de croissance des ovocytes dont la reprise d'activité coïncide avec l'élimination catabolique du corps adipeux ainsi qu'il ressort des travaux de BUSNEL (1939). On peut donc, à priori, retenir les suggestions de WIGGLESWORTH (1939) sur les différentes fonctions endocrines dont l'une, ayant son siège dans les « corpora allata » sécrétant une hormone de métabolisme, aurait pour effet de favoriser la formation du vitellus par la mobilisation de certaines réserves de l'organisme ; l'autre,

qui pourrait être située dans la « pars intercerebralis » interviendrait directement sur la croissance : l'implantation de cerveaux de femelles en activité reproductrice dans des animaux en arrêt de développement depuis quelque temps nous a permis d'obtenir, chez ces derniers, la reprise de l'activité et la ponte (GRISON, 1949).

Nous caractérisons ainsi la troisième période ou *phase reproductrice* qui se situe après l'élimination progressive de la diapause, se prolonge pendant plusieurs semaines ou plusieurs mois (d'avril à août sous nos climats), et pendant laquelle le Doryphore s'accouple et pond.

Nous ne retiendrons pas ici les relations certaines entre processus endocrinologiques et facteurs de nutrition (JOHANSSON, 1954), et nous nous limiterons à l'étude de l'influence directe de ces derniers sur la fécondité de *L. decemlineata* au cours de la période de reproduction.

Auparavant il y a lieu d'établir une distinction entre deux termes, dont la signification écologique selon ALLEE, PARK, EMERSON et *al.* (1950) est assez analogue, mais dont la signification physiologique ne prête pas à équivoque : la *fécondité* est la qualité de la femelle représentée par le potentiel de production d'ovocytes mûrs, tandis que la *fertilité* est la qualité de l'œuf qui est susceptible d'évoluer en embryon viable. Par extrapolation cette dernière qualification peut s'appliquer au mâle comme à la femelle en considérant la capacité d'émission de spermatozoïdes et d'ovules réciproquement actifs.

Nous exprimerons ici la fécondité du Doryphore par la *quantité d'œufs pondus par la femelle*, et fertilisés ou non, mais en lui accordant sa véritable signification physiologique, en sorte que nos travaux et essais ont été réalisés principalement sur des animaux du sexe femelle, après accouplement et prêts à pondre.

Il n'était pas indifférent de connaître la capacité de résistance au jeûne des insectes et les conséquences de celui-ci sur l'ovogénèse. Ce sujet a été traité ailleurs (GRISON et Le BERRE, 1953) : la durée de survie est relativement grande ; la *carence alimentaire supprime ou inhibe totalement la ponte*, mais le potentiel de fécondité d'une femelle n'est pas diminué par l'effet d'un long jeûne temporaire précédant une période d'alimentation normale.

D'ailleurs, après l'élimination de la diapause et l'émergence des insectes à la surface du sol, le Doryphore ne pond généralement qu'après s'être alimenté pendant plusieurs jours <sup>(1)</sup>, ainsi que l'exprime le tableau suivant qui correspond à des lots de femelles ayant subi différentes conditions d'hibernation :

<sup>(1)</sup> Il a été observé par FEYTAUD et par nous-même des individus qui, après une hibernation prolongée, pondent sans avoir été alimentés. Dans ces cas, les œufs sont généralement fertiles car, s'il y a eu copulation avant l'hibernation, les spermatozoïdes restent viables.

lot A = 8 femelles enfouies précocement en été puis placées en cave (14° à 15°) en automne, avant les gelées ;

lot B = 18 femelles enfouies tardivement en septembre et placées dans les mêmes conditions que A ;

lot C = 24 femelles d'origines diverses placées dans les mêmes conditions que A ;

lot D = 16 femelles d'origines diverses ayant subi en plein air les gelées hivernales et placées en cave en janvier.

A leur émergence, dont le caractère est dissemblable dans les quatre lots, les femelles sont mises isolément en élevage à la température constante de 25°C et à une humidité relative de 70-80 p.100 pour observer à la fois leur fécondité et leur longévité.

Lot	Femelles fécondes	Fécondité moy. p. fem. féconde	Délais de ponte après l'émergence		Longévité après l'émergence	
			moy.	extrêmes	moy.	max.
A .....	6	413 œufs	18 <sup>e</sup> j.	11 <sup>e</sup> et 35 <sup>e</sup> j.	50 j.	110 j.
B .....	14	665 —	23 <sup>e</sup> j.	8 <sup>e</sup> et 69 <sup>e</sup> j.	62 j.	119 j.
C .....	21	516 —	27 <sup>e</sup> j.	9 <sup>e</sup> et 58 <sup>e</sup> j.	66 j.	134 j.
D .....	11	333 —	22 <sup>e</sup> j.	10 <sup>e</sup> et 92 <sup>e</sup> j.	37 j.	114 j.

Par conséquent, si les délais d'émergence peuvent varier avec les conditions d'enfouissement et d'hibernation, comme nous le verrons dans un autre travail, les délais de ponte et la longévité paraissent être indépendants de ces conditions et dépendre davantage de conditions « actuelles » en premier lieu desquelles nous aurons à considérer la température et l'alimentation.

## II. — MÉTHODES EXPÉRIMENTALES ET TECHNIQUES DES ESSAIS

Pour établir les relations existant entre la fécondité du Doryphore et les conditions de nutrition, nous avons eu recours d'une part à des « tests biologiques », épreuves de laboratoire permettant de dénombrer les œufs pondus par des séries de femelles alimentées avec un feuillage de nature déterminée ; d'autre part à des analyses et dosages biochimiques permettant de mieux caractériser certaines « qualités » de l'aliment offert. Dans quelques circonstances, des examens anatomiques et histologiques effectués à intervalles de temps réguliers et successifs ont permis de suivre le processus de l'ovogénèse et de l'ovulation.

La technique de test biologique adoptée est la suivante :

Un couple (ou une femelle de *L. decemlineata* ayant copulé) est isolé sur un rameau de Pomme de terre placé dans un petit tube d'eau au mi-

lieu d'un godet de terre de 8 cm de diamètre et recouvert d'une bonnette de toile métallique de 10 cm de hauteur (fig. 1) le rameau est remplacé chaque jour et prélevé à un même niveau sur des plantes de même variété et de même date de plantation ; les œufs pondus par la femelle au revers des feuilles du rameau, ou parfois sur la toile métallique de la bonnette, sont dénombrés chaque jour et la surface foliaire consommée par les Insectes est évaluée au moment du contrôle quotidien.



FIG. 1. — Technique des essais biologiques.

Pour un essai déterminé nous constituons des lots de plusieurs femelles dont la fécondité a été préalablement contrôlée pendant quatre ou six jours afin de disposer de lots d'insectes physiologiquement semblables pour les différents essais envisagés.

Au cours de l'expérience la comparaison des quantités d'aliment ingéré par les individus des divers lots permet de nous rendre compte de l'homogénéité relative de l'alimentation du point de vue quantitatif (*indice de consommation*).

Enfin des échantillons de plante sont prélevés afin d'être soumis à l'analyse chimique.

Pour mesurer les effets qualitatifs de l'alimentation nous pouvons procéder par deux moyens comparatifs : soit offrir du feuillage présentant des conditions de croissance et d'état physiologique différents que caractérisent l'analyse chimique faite sur des échantillons de plante prélevés à cet usage ; soit offrir du feuillage aussi identique que possible

par son origine et son état physiologique, mais recouvert d'une solution chimiquement définie : c'est ce que nous appelons la méthode de « supplémentation » par laquelle nous enrichissons artificiellement l'aliment en un ou plusieurs constituants organiques donnés.

Nous avons même tenté de remplacer le feuillage par un support inerte constitué de rondelles de moelle de sureau de 0,2 mm d'épaisseur, lesquelles étaient enduites de milieux nutritifs semi-synthétiques (GRISON, 1947 a) ; les résultats obtenus n'ont pas été satisfaisants du point de vue de l'étude de la fécondité.

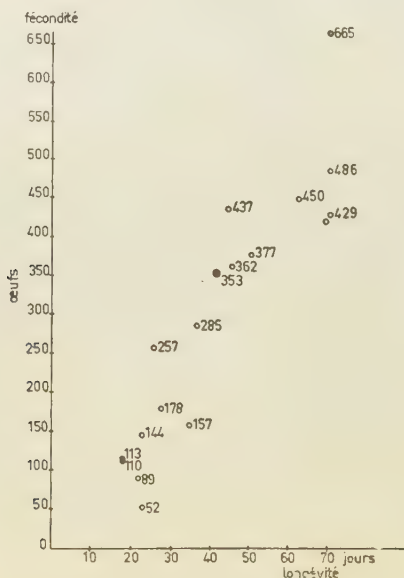


FIG. 2. — Variabilité individuelle de la longévité et de la fécondité.

Enfin l'appréciation du degré de signification des résultats des « tests biologiques » peut nécessiter le recours à l'interprétation statistique et, en particulier, les corrélations établies avec les résultats des dosages chimiques supposent l'analyse biométrique ; celle-ci a été confiée à M. J. ARNOUX, Chef du Service de Biométrie de l'I.N.R.A.

L'analyse statistique des résultats obtenus dans les essais biologiques au laboratoire présente quelques difficultés en raison de la variabilité individuelle de la longévité des animaux en expérience, en sorte que les insectes morts avant la fin de l'essai ont été généralement éliminés par le biométricien pour calculer la fécondité moyenne d'une femelle.

La variabilité individuelle de la longévité des insectes <sup>(1)</sup> apparaît dans le graphique ci-joint (fig. 2) corrélativement avec la fécondité de

(1) La longévité dont nous parlons ici n'est pas la longévité imaginaire totale après la nymphose, mais la survie après l'émergence printanière c'est-à-dire plus exactement la durée de la phase reproductrice, compte tenu du délai de ponte après l'émergence que nous avons indiqué plus haut.

17 femelles placées isolément en élevage à la température du laboratoire à partir du 22 mai 1951. Le total des œufs pondus a été de 5 011 soit une moyenne de 353 œufs par femelle dont la longévité moyenne a été de 42 jours.

En réduisant la durée des essais à des périodes de 10 ou 20 jours il nous a paru possible de tenir compte de la totalité des insectes mais en faisant la somme des longévités individuelles pour calculer la *fécondité moyenne par jour et par femelle* dans chaque série d'essais : nous nous référerons le plus souvent à cette valeur qui nous paraît être une représentation comparative satisfaisante du point de vue strictement biologique (*indice de fécondité*). Cette valeur a été utilisée par d'autres auteurs notamment par TAUBER *et al.* (1945).

Indiquons enfin que notre attention a été plus spécialement retenue ici par la documentation relative aux effets de l'alimentation sur la fécondité des Insectes phytophages, sans nous être désintéressé cependant des autres facteurs, ni des autres espèces.

### III. — INFLUENCE DES FACTEURS EXTERNES SUR LA FÉCONDITÉ

L'influence de la température sur l'activité reproductrice a été indiquée ailleurs (GRISON, 1950) ; les seuils thermiques sont compris entre  $+10^{\circ}$  à  $+12^{\circ}\text{C}$  d'une part et  $+35^{\circ}$  à  $+37^{\circ}\text{C}$  d'autre part, tandis que la température optimum est d'environ  $+25^{\circ}\text{C}$ . Cependant il semble utile de préciser la relation entre la fécondité totale d'une femelle et la fécondité moyenne par jour (fig. 3).

Si l'on considère les échanges métaboliques dont l'organisme est le siège il apparaît généralement que, chez les poikilothermes, l'élévation de la température du corps, plus ou moins dépendante de celle de l'ambiance, accélère les processus vitaux. Au cours de la vie larvaire cela se traduit par une durée de développement plus rapide. Chez l'imago c'est la durée de vie qui peut se trouver abrégée à condition que l'activité générale et par conséquent la consommation des réserves énergétiques aient été accrues.

La conception de BLUNCK (1914) et de PEAIRS (1927), selon laquelle le plus faible taux de mortalité est une meilleure expression de l'optimum thermique que la rapidité du développement, prend donc ici toute sa signification. En effet au-dessus de  $+25^{\circ}\text{C}$  la longévité de l'imago de *L. decemlineata* décroît bien que les processus ovogénétiques et le « débit ovulaire » <sup>(1)</sup> continuent à croître, en sorte que la fécondité moyenne

(1) A une température constante de  $+25^{\circ}\text{C}$  et une hygrométrie de 60 à 75 p. 100, le « débit ovulaire » correspond approximativement à l'émission de l'ovule par ovaire et pour un délai de 24 h à 18 h ; à  $+20^{\circ}\text{C}$ , il diminue de moitié.

par jour augmente régulièrement avec l'élévation de température, mais la fécondité totale diminue comme la longévité. SCHUBERT (1928) en limitant ses observations à 10 jours sur la Punaise *Piesma quadratum* FIEB., a omis de tenir compte de ce phénomène. Nos résultats sur ce point confirment les données classiques obtenues par TITSCHAK (1926) sur la Teigne des Vêtements, laquelle vit 19 jours en pondant 95 œufs à  $+ 20^{\circ}$ , tandis qu'elle ne vit que 6 jours et pond 79 œufs à  $+ 30^{\circ}$ .

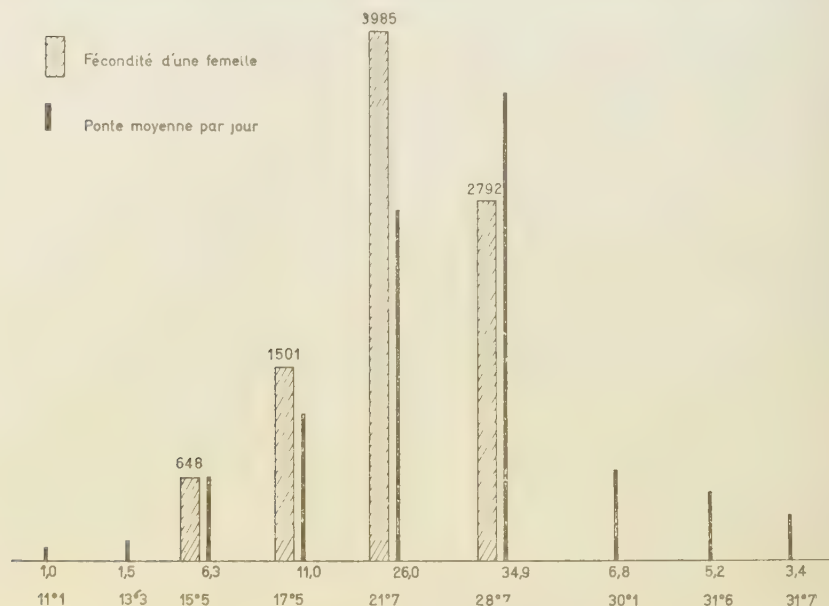


FIG. 3. — Variation de la fécondité en fonction de la température : on remarquera qu'aux températures supérieures à l'optimum la ponte moyenne par jour croît encore tandis que la fécondité individuelle diminue par suite de la diminution de la longévité.

Les données expérimentales qui ont été utilisées dans le graphique n° 3, pour 5 couples par série maintenus en essai à une humidité relative de 80-85 p. 100 au maximum pendant 35 jours de mai à juin sont les suivantes :

Moyennes thermiques...	15°, 5 c.	17°, 9 c.	21°, 7 c.	28°, 7 c.
Écarts thermiques.....	14° — 18°	16° — 20°	19°,5 — 23°	27° — 30°
Ponte totale.....	648 œufs	1 501 œ.	3 985 œ.	2 792 œ.
Ponte min. et max.....	0 — 411 œ.	130 — 429 œ.	112 — 870 œ.	151 — 1285 œ.
Longévité moyenne.....	20 ½ jours	27 ½ j.	30 ½ j.	16 j.
Ponte moyenne par femelle et par jour....	6,3 œufs	11 œ.	26 œ.	34,9 œ.

Le rôle de l'humidité ambiante n'est pas aussi clairement défini que celui de la température.

Le tableau suivant met en évidence, dans des séries de 12 couples placés en étuve à 25° C l'influence défavorable sur la fécondité, à la fois d'une humidité saturée et de l'obscurité constante :

Fécondité par groupes de 2 ♀ ♀	Humidité relative 68 %		Humidité relative 100 %	
	Obscurité	Eclairement (1 000 lux)	Eclairement (1 000 lux)	Obscurité
	1 095 œufs	839 œufs	880 œufs	96 œufs
	650 —	810 —	396 —	20 —
	18 —	644 —	260 —	0 —
	0 —	529 —	248 —	0 —
	0 —	401 —	146 —	0 —
	0 —	68 —	6 —	0 —
Ponte totale.....	1 763 œufs	3 291 œufs	1 936 œufs	116 œufs
Longivité moyenne .....	20 ½ j.	21 jours	18 jours	11 jours
Fécondité moyenne par femelle et par jour .....	7 œufs	13 œufs	2 œufs	1 œuf

Si l'*obscurité constante* paraît inhiber la ponte, le nyctémère n'induit pas un rythme comparable à celui de l'activité cinesthésique (GRISON, 1943) puisque, en éclairage constant, les pontes de 20 femelles placées à 25°C pendant 20 jours se répartissent d'une manière égale entre 18 h et 8 h et entre 8 h et 18 h (1).

Il semblerait que le « débit ovulaire » soit mieux caractérisé par la fréquence des expulsions d'œufs plutôt que par la quantité d'œufs émis par 24 heures : en d'autres termes l'ovogénèse est vraisemblablement continue, mais la ponte est discontinue. Cette opinion est contenue dans les travaux de BLISS (1927, in UVARO, 1931) qui accorde une plus grande importance à l'effet de la température sur le développement des gonades plutôt que sur la ponte.

Dans une expérience ayant pour objet l'étude de l'effet de substances biochimiques ajoutées au feuillage âgé de Pomme de terre, 50 femelles ont été préalablement nourries pendant 6 jours avec un aliment analogue (feuilles vieilles de la variété Ackersegen). L'analyse statistique montre que la régression *fécondité-nombre de pontes* est très hautement significative et que l'introduction comme deuxième variable de la consommation est alors non significative, en d'autres termes, la consommation n'a modifié la fécondité que par l'intermédiaire du nombre de pontes (voir analyse de variance ci-dessous) (2).

(1) Dans la même expérience une autre série de 20 femelles étaient placées sous lumière rouge constante : la fécondité totale a été à peu près équivalente, mais les pontes étaient plus fréquentes entre 8 h et 18 h (39 pontes) qu'entre 18 h et 8 h (17 pontes).

(2) Analyse de la variance « Fécondité » :

Origine de variation	Degrés de liberté	Sommes de carrés d'écarts	Variance	Test F
Variation totale .....	49	63 134,32		
Régression « Nombre de pontes » ..	1	41 509,25	41 509,25	92,74 <sup>xxx</sup>
— « Consommation » après avoir tenu compte du nombre de pontes .....	1	589,36	589,36	1,32 <sup>-</sup>
Résidu (erreur expérimentale) ....	47	21 035,71	447,57	

Biologiquement nous pourrions donc accorder autant d'intérêt au nombre de pontes, c'est-à-dire à la valeur représentant la fréquence des émissions d'œufs, qu'à la fécondité exprimée par la quantité d'œufs pondus. Cependant il est d'un usage courant, par les auteurs, de retenir cette dernière valeur et nous nous y sommes également conformé.

Ainsi, dans l'expérience analysée ici, les données expérimentales groupées par lots de 10 femelles, selon la méthode que nous avons généralement employée, sont les suivantes :

Lots	I	II	III	IV	V
A. en alimentation préalable sur feuilles jeunes pendant 4 jours :					
— fécondité totale .....	1057	1165	1268	1160	1192 œufs
— fécondité par fem. et par jour .....	26,4	29,1	31,7	29,0	29,8 —
B. en alimentation sur feuilles vieilles pendant les 6 jours suivants :					
— fécondité totale .....	602	532	681	330	377 —
— fécondité par fem. et par jour .....	10,3	8,9	11,3	5,5	6,2 —
— consommation p. fem. et par jour .....	290	296	314	200	178 mm <sup>2</sup>

Une remarque s'impose ici : les effets qualificatifs de l'alimentation avec feuilles vieilles se manifestent surtout entre le 6<sup>e</sup> et le 10<sup>e</sup> jours comme nous le verrons plus loin ; néanmoins la fécondité décroît déjà, mais toujours proportionnellement à la quantité d'aliment consommé.

L'alimentation, au contrôle préalable des femelles a toujours eu pour objet de nous permettre de grouper les individus par lots de fécondité homogène ainsi qu'il apparaît ci-dessus. Il en a presque toujours été ainsi dans les expériences que nous rapporterons par la suite.

A ce propos, nous retiendrons l'exemple d'une expérience envisagée pour la comparaison de l'efficacité de deux suppléments cliniques appliqués sur un même support de feuilles jeunes Ackersegen du 12 au 20 juin 1951, mais en faisant précéder et suivre l'essai proprement dit d'une épreuve de contrôle de fécondité préalable et postexpérimental en présence du support feuilles jeunes seul dans les trois séries d'essais ; celles-ci se présentaient ainsi :

Périodes et séries	Ponte totale	fem. fécondes	Ponte moy. p. fem. et p. jour (indice de fécondité)	Consom- mation moyenne
I. — contrôle préalable sur feuilles jeunes (6-12 juin)..... A	999 œufs	10 sur 10	14,3 œufs	
B	1273 œufs	10 sur 10	18,2 œufs	
C	1462 œufs	10 sur 10	20,9 œufs	
II. — essai feuilles jeunes..... A	1163 œufs	8 sur 10	16,2 œufs	320 mm <sup>2</sup>
essai supp. glucose..... B	1402 œufs	10 sur 10	17,5 œufs	330 mm <sup>2</sup>
essai supp. caséine..... C	1197 œufs	10 sur 10	13,3 œufs	260 mm <sup>2</sup>
III. — contrôle postexp ..... A	643 œufs	8 sur 10	11,5 œufs	
sur feuilles jeunes (20-27 juin) B	743 œufs	9 sur 10	10,6 œufs	
C	779 œufs	9 sur 10	12,4 œufs	

Il n'y a aucune signification entre les traitements en sorte que les trois séries d'essais se comportent comme 3 répétitions dans lesquelles les corrélations sont hautement significatives <sup>(1)</sup> entre les fécondités pendant les 3 périodes. En d'autres termes, la tendance présentée par une femelle d'être plus ou moins féconde se maintient pendant toute sa vie, en sorte qu'il y a toujours intérêt à établir la comparaison entre deux traitements dont un sert d'étalon avec les individus d'un même lot : *l'animal est son propre témoin*.

#### IV. — INFLUENCE DE LA QUANTITÉ D'ALIMENT CONSOMMÉ SUR LA FÉCONDITÉ DU DORYPHORE

Nous venons d'établir une relation entre la capacité de ponte et la quantité d'aliment consommé par des femelles isolées mais placées dans des conditions identiques. Cet exemple montre très clairement que la grande variabilité individuelle de fécondité est une conséquence directe de la variabilité de la consommation. Cette relation, qui paraît évidente, n'a pas été systématiquement contrôlée chez les phytophages, tandis qu'elle est mieux établie chez les hématophages (LWOFF et NICOLLE, 1943, WIGGLESWORTH, 1950). Cela suggère donc à la fois l'importance des effets quantitatifs et qualitatifs de l'alimentation sur la fécondité du Doryphore et la nécessité de ne pas négliger l'évaluation de la consommation dans l'étude des facteurs alimentaires de fécondité. En outre, si les résultats sont rassemblés en moyennes pour plusieurs femelles les observations ont toujours porté sur des individus isolés (voir fig. 5).

L'évaluation de la consommation peut être faite en surface ou en poids. Dans le premier cas il s'agit d'une mesure directe, généralement effectuée au planimètre, des schémas graphiques des folioles avant et après chaque repas : le contour en est tracé au crayon ou obtenu par impression d'un papier osalid.

L'évaluation du poids de feuillage consommé est effectuée d'une manière indirecte par la mesure des poids frais et sec de l'unité de surface foliaire ; nous n'avons eu recours à cette estimation de la consommation seulement lorsque des analyses chimiques étaient réalisées simultanément.

Dans la méthode des bilans nutritifs, le poids de feuillage consommé est déterminé aussi exactement que possible par différence entre les poids avant et après alimentation, mais en tenant compte de la perte d'eau par évaporation.

L'évaluation de la consommation en poids nécessite donc des me-

<sup>(1)</sup> Entre périodes d'essai et périodes préalables :  $F = 12,33$ . Entre périodes d'essai et périodes finales :  $F = 8,65$  (pour 25 degrés de liberté).

sures immédiates sur de nombreux échantillons témoins ; elle est difficilement applicable aux mesures quotidiennes se rapportant à des séries de plusieurs dizaines de femelles.

Dans de nombreux cas, le nombre élevé des femelles en expérience ne permettait même pas une mesure exacte de la surface consommée et l'estimation de la consommation, qui n'était jamais négligée, était faite approximativement en vue d'établir des degrés de comparaison entre les séries d'essais.

Dans le cas d'une série de dix femelles, dont la consommation a été rigoureusement calculée, nous avons retenu seulement quatre individus en raison de leur période reproductrice prolongée. Si nous divisons celle-ci en 6 périodes d'observation hebdomadaire, l'analyse statistique des résultats montre qu'il existe une corrélation élevée entre fécondité et consommation. Cependant l'analyse de covariance indique que la fécondité par période reste significative après avoir tenu compte de la consommation tandis que la fécondité par individu dans les mêmes conditions devient non significative (1). Ceci traduit soit le fait que, pendant les dernières semaines, la consommation est tombée au-dessous d'un seuil quantitatif assurant l'ovogénèse et la ponte, soit que les besoins alimentaires sont réduits simultanément avec la diminution du potentiel métabolique d'ovogénèse.

L'étude de ce dernier phénomène nécessite le recours à des méthodes d'investigation physiologique que nous n'avons pas employées. Par contre il était relativement aisé de vérifier la validité de la première hypothèse en offrant à des lots d'animaux une alimentation quantitativement limitée. Dans cette intention il a été procédé, à la température de 25° C, à des essais comportant une série de femelles s'alimentant à volonté sur feuilles jeunes de la variété Ackersegen, et deux séries de femelles auxquelles n'étaient offert que 4 cm<sup>2</sup> dans l'une et 1 cm<sup>2</sup> dans l'autre ; le découpage à l'emporte-pièce laissait le pétiole intact pour permettre à la portion de foliole de rester turgescent pendant 24 heures par trempage du pétiole dans un petit tube d'eau.

Cette expérience a été répétée pendant deux années consécutives et elle sera plus longuement commentée plus loin car elle comportait également des séries de Doryphores nourris abondamment avec des feuilles prélevées à des niveaux différents sur des végétaux d'âges différents.

(1) Origine de variation	Fécondité			Fécondité corrigée par consommation		
	d. l.	S. C. E.	F.	d. l.	S. C. E.	F.
Périodes.....	5	359 715,21	7,57 <sup>xx</sup>	5	90 185,87	4,91 <sup>xx</sup>
Individus.....	3	106 447,59	3,74 <sup>x</sup>	3	3 429,54	1 <sup>-</sup>
Résidus.....	15	142 472,96		14	51 467,98	

F. Rég. = 24,75<sup>xx</sup>

L'analyse statistique de quelques séries est envisagée pendant une période de 20 jours ; elle permet de constater une relation d'allure exponentielle entre fécondité et consommation, comme il ressort des résultats portés dans le graphique ci-contre (fig. 4) se rapportant aux séries expérimentales suivantes de l'années 1953 :

A. — alimentation quotidienne abondante avec feuilles jeunes de la première plantation à partir du 19 mai ;

B. — alimentation quotidienne limitée à 4 cm<sup>2</sup> avec même prélèvement que A ;

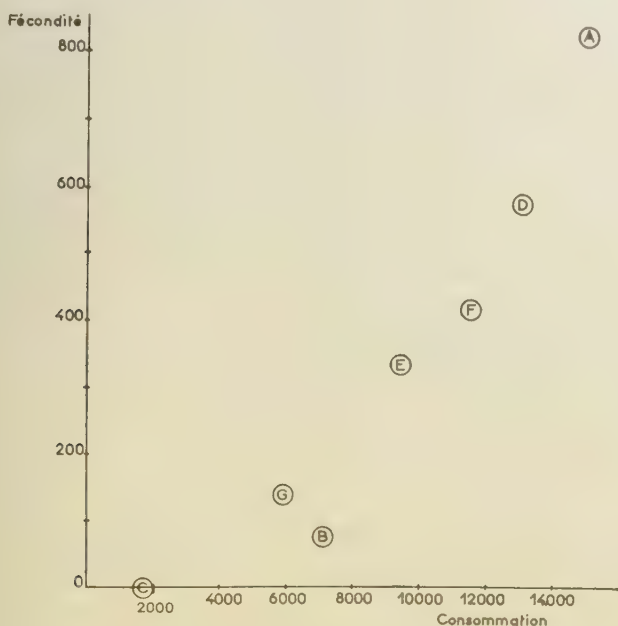


FIG. 4. — Variation de la fécondité individuelle en fonction de la consommation pendant une période de 20 jours.

C. — alimentation quotidienne limitée à 1 cm<sup>2</sup> avec même prélèvement que A et B ;

D. — alimentation quotidienne abondante avec feuilles jeunes de plantations échelonnées (voir plus loin) ;

E. — alimentation quotidienne abondante avec feuilles jeunes de la première plantation, mais à partir du 9 juin ;

F. — alimentation quotidienne abondante avec feuilles jeunes de jeune végétal de la quatrième plantation à partir du 9 juin.

G. — Alimentation quotidienne limitée à 4 cm<sup>2</sup> comme en E à 20° C.

La fécondité de *L. decemlineata* en fonction de la quantité d'aliment consommé dans ces sept conditions est indiquée dans le tableau :

Séries d'essais	Période des 20 premiers jours				Période totale		Poids moyen au			
	Ponte totale de 10 ind.	Ponte moy. p. fem./j.	Cons. moy. p. fem./j.	Long. moy.	Ponte totale	Pte moy. p. fem./j.	1 <sup>er</sup> jour	14 <sup>me</sup> jour	24 <sup>me</sup> jour	34 <sup>me</sup> jour
	œufs	œufs	mm <sup>2</sup>	jours	œufs	œufs	mg	mg	mg	mg
A	6 507	38,9	768	27	8 269	30,5	133	208	205	171
B	702	3,6	352	56	944	1,6	133	191	184	165
C	0	0	89	46	0	0	133	191	174	165
D	4 215	26,8	644	42	6 982	16,4	133	185	205	171
E	1 847	13,9	400							
F	2 760	20,0	590							

La variation entre individus alimentés à volonté, comme dans l'expérience précédemment analysée, reste comprise dans une zone où la fécondité individuelle est proportionnelle à la quantité d'aliment consommé (ce qu'illustre également les exemples graphiques de la fig. 5). En deçà

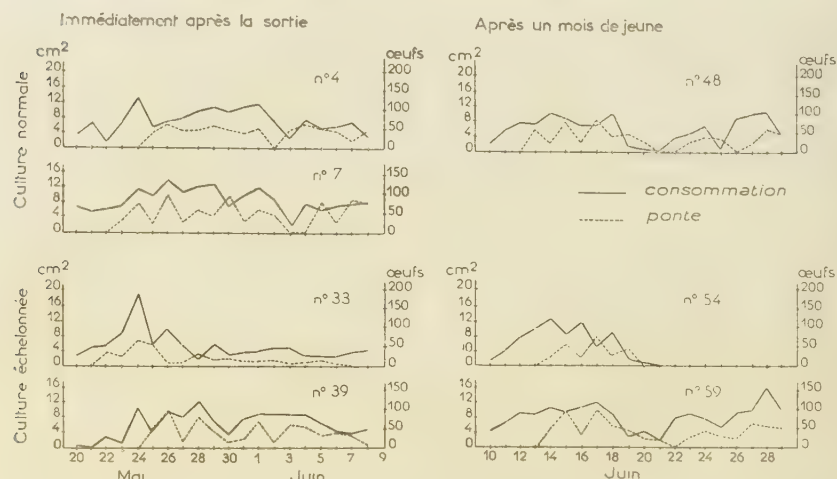


FIG. 5. — Ponte et consommation quotidiennes pour quelques individus isolés.

de cette zone, la consommation est quantitativement insuffisante pour assurer la fonction ovogénétique et la ponte : il y a un seuil de consommation. D'autre part, si l'on examine la variation de fécondité due aux périodes successives d'alimentation, la proportionnalité s'étend sur l'ensemble de la courbe. Du point de vue statistique (voir tableau d'analyse), la comparaison des traitements A, B et C montre des différences très hautement significatives (1).

(1) Le seuil de consommation nécessaire à la fonction ovogénétique est encore plus clairement mis en évidence en comparant dans les deux premières séries les quantités d'aliment consommé avant le déclenchement de la première ponte :

	Série A :	Série B :
Consommations individuelles minimum .....	1370 mm <sup>2</sup>	1120 mm <sup>2</sup>
— — — — — maximum .....	3290 —	3465 —
— — — — — moyennes .....	2226 —	2127 —

Bien que l'étude des échanges métaboliques pendant toute la phase reproductrice n'ait pas été entreprise, l'évolution pondérale des femelles peut nous donner une indication sur le potentiel d'activité du Doryphore pendant cette période : les graphiques de la figure 6 mettent en évidence que, pendant la première période de la phase reproductrice, l'évolution pondérale des femelles est à peu près liée à la consommation et par voie de conséquence à la fécondité, mais qu'il n'en est plus ainsi pendant les périodes moyenne et finale de cette phase d'activité imaginaire. Ceci peut traduire le phénomène physiologique que l'évolution pondérale est liée à une « ration d'entretien » réduite jusqu'au voisinage du seuil de consommation nécessaire au déclenchement de la ponte (voir aussi GRISON et LE BERRE, 1953), mais qu'au-dessus de cette ration, la quantité d'aliment ingérée est indépendante des besoins énergétiques suffisants au maintien de l'équilibre organique.

D'autre part, la régression poids initial du corps ponte totale n'étant pas significative <sup>(1)</sup> indique que la fécondité est sûrement indépendante de la taille et du poids de la femelle.

En conséquence, nous devons envisager, en abordant l'étude des effets qualificatifs de l'alimentation, que certaines différences de fécondité peuvent être dues à une consommation quantitativement hétérogène et que les « indices de fécondité » ne doivent pas être considérés en valeur absolue mais seulement en valeur relative en tenant compte des indices de consommation dans chacune des expériences discutées et analysées.

(1)	Fécondité (pendant 20 jours) sans correction pour régression			Fécondité après corrections pour la régression de :						
				la consommation			la consommation et le poids initial			
Origine de variation	d. l.	S. C. E.	F.	d. l.	S. C. E.	F.	d. l.	S. C. E.	F.	
Traitement (ABDEFG)	5	2.377.957	18,10**	5	180.589	4,98**	5	203.964	6,15**	
Régression				1	559.032	77,11**	2	582.861	43,92**	
Résidu	29	762.033		28	203.001		27	179.172		
Fécondité totale				la longévité			la longévité, et le poids initial			
Trait. (AB)	1	2.956.036	24,62**	1	3.064.088	27,73*	1	3.066.097	25,90**	
Régression				1	282.534	2,26	2	337.124	1,48	
Résidu	18	2.161.979		17	1.878.545		16	1.823.955		

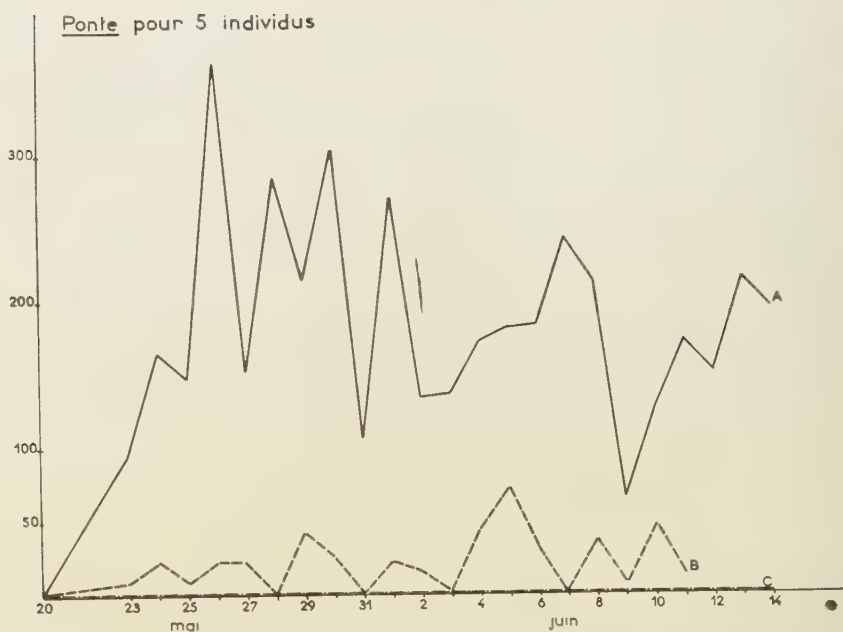


FIG. 6 a.

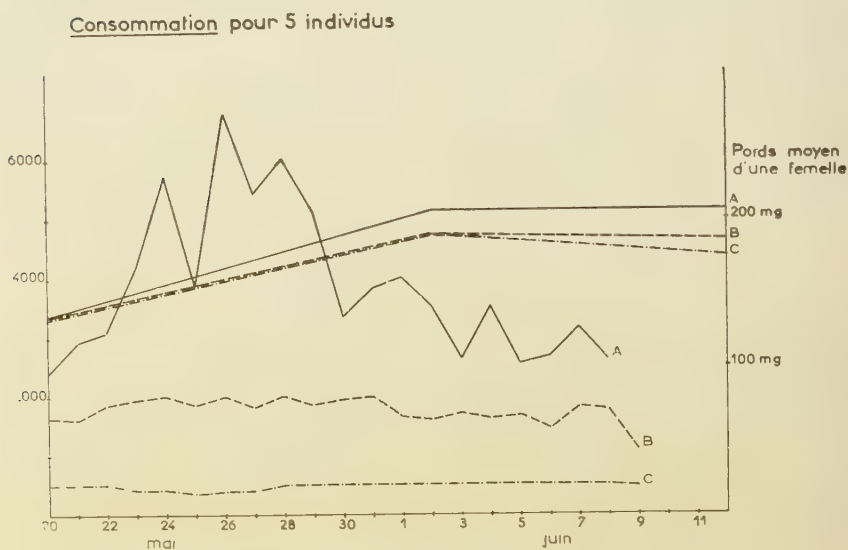


FIG. 6 b.

FIG. 6. — Ponte (en œufs) et consommation (en  $\text{mm}^2$ ) quotidiennes pour cinq femelles. — A : en présence d'aliment abondant. — B : alimentation limitée à  $4 \text{ cm}^2$ . — C : alimentation limitée à  $1 \text{ cm}^2$ .

## CHAPITRE II

## VARIATION DE LA FÉCONDITÉ DU DORYPHORE EN FONCTION DE L'ÉTAT PHYSIOLOGIQUE DE LA PLANTE-HÔTE

## I. — CARACTÈRES DES MODIFICATIONS BIOCHIMIQUES SUBIES PAR LE VÉGÉTAL

L'étude du comportement du Doryphore sur plusieurs variétés de Pomme de terre avait montré à B. TROUVELOT et ses collaborateurs, une différence d'attaque selon l'âge ou stade du développement végétatif du végétal (1936, 1937).

Pour notre part, nous nous sommes plus particulièrement attaché à l'étude de la variation de la fécondité de l'Insecte en relation avec les modifications de l'état physiologique subies par une variété déterminée au cours de sa croissance. Or celui-ci est fonction non seulement du stade végétatif, mais aussi des conditions de nutrition du végétal ainsi que de la position de la feuille sur une plante donnée, la feuille du sommet ayant des propriétés analogues à celle d'une plante jeune et celle de la base à celle d'une plante âgée ; l'état physiologique d'un végétal est également fonction des conditions de culture, c'est-à-dire de milieu dans lequel il s'est développé (éclairage, nature physico-chimique du sol...) et aussi de son état sanitaire.

De nombreuses expériences relatent les différences obtenues dans ces diverses conditions, et montrent particulièrement que la ponte est inhibée chez les femelles nourries avec du feuillage sénescant ou des feuilles de plantes âgées (GRISON, 1944 *b*, 1947 *b*).

Les études de physiologie végétale peuvent nous renseigner sur les modifications de la constitution biochimique de la plante au cours de son développement et, en ce qui concerne la Pomme de terre, les résultats obtenus par COIC (1945) nous précisent le sens des variations de plusieurs constituants organiques et minéraux au cours de la croissance végétative.

Dans une excellente revue bibliographique, R. FRAISSE (1952 *a* et *b*), montre l'importance des variations de la composition chimique de la feuille du Mûrier, *Morus alba* L., considérée du point de vue de son influence sur la croissance du Ver à soie, *Bombyx mori* L. et résume ainsi les résultats donnés par les nombreux travaux auxquels il se réfère : « au fur et à mesure qu'une feuille approche de sa maturité, les teneurs en eau, azote, protides, acide phosphorique et vitamine C diminuent,

tandis que les proportions de matières sèches, de cendres, de glucides, de cellulose et de lipides augmentent ».

Les données analytiques fournies par la physiologie végétale ne sont pas négligeables lorsqu'on étudie les effets de la qualité de l'aliment offert aux Insectes sur la fécondité des femelles (TRAGER, 1941 et 1947 WIGGLESWORTH, 1950) ; mais elles ne peuvent nous renseigner utilement sur l'efficacité d'un élément biochimique qu'à la condition de pouvoir établir des corrélations statistiquement significatives entre ces données analytiques et les résultats des tests biologiques de fécondité.

L'examen du rapport C/N a d'abord été pris en considération pour deux raisons : d'abord parce que les entomologistes ont attribué un rôle tantôt aux glucides, tantôt aux matières azotées dans la fécondité des insectes ; ensuite parce que ce rapport, depuis KLEBS (1918), a pris une grande importance en physiologie végétale et qu'il est caractéristique de l'évolution du chimisme de la plante au cours de son développement (STILES, 1936).

KLEBS a montré que le développement végétatif des *Sempervivum* nécessite un faible taux en glucides par opposition aux exigences de la maturation des organes reproducteurs, et il a constaté l'augmentation du rapport C/N au moment de la floraison chez de nombreuses espèces végétales.

Ce cycle biochimique, qui est une conséquence de l'évolution du métabolisme de la plante au cours de son développement, paraît présenter le même processus qu'elles que soient les conditions naturelles dans lesquelles les végétaux sont placés. Et cependant on sait que la fumure peut modifier la teneur en azote et que l'intensité ou la durée de l'éclairement, par variation d'intensité de la photosynthèse, peut modifier la teneur en glucides : mais, à moins d'apporter des conditions néfastes à la croissance du végétal, le sens des relations de KLEBS n'est pas modifié. Par l'apport d'engrais minéraux, INOUE et KITAZAWA (1930) ont pu faire varier les taux de glucides et d'azote dans la feuille de Mûrier sans modifier le sens des modifications du rapport C/N au cours du développement annuel.

NIGHTINGALE et al. (1932), entre autres exemples fort nombreux, observent une déficience en protides chez la Tomate poussant en sol carencé en ions  $\text{SO}_4$  et attribuent au soufre un certain rôle dans les processus de formation des protéines. MINIMA (1953) a montré la forte augmentation de la teneur en acide malique des feuilles de Pomme de terre au cours de leur vieillissement (de 0,65 à 5,05 p. 100 de matière sèche) ; or cet acide organique est considéré comme un activateur du métabolisme respiratoire et par conséquent susceptible d'intervenir dans la dégradation des glucides.

Les équilibres minéraux ont également été pris en considération.

En vieillissant, les feuilles s'enrichissent en CaO et en MgO, tandis que leur teneur en Phosphore, en Potassium et en Manganèse diminue. Ce dernier élément favorise l'assimilation des nitrates par la plante et catalyse le transport des phosphates lesquels interviennent à leur tour dans la régulation de l'équilibre Ca/Mg.

Mais les diverses investigations analytiques qu'on pourrait citer et les indications qu'elles fournissent dans le domaine des variations quantitatives d'éléments minéraux et organiques ne peuvent avoir d'intérêt pour l'entomologiste que si celui-ci parvient à en modifier artificiellement la signification physiologique.

En dernier lieu, l'entomologiste ne doit pas perdre de vue que la croissance des végétaux, comme celle des Insectes, dépend également des facteurs climatiques, en sorte que les phytophages peuvent être affectés indirectement par leur plante-hôte (UVAROV, 1931). Dès 1908, MAILLOT et LAMBERT (in UVAROV) avaient signalé des possibilités de discordance entre les conditions d'élevage (d'éducation) du Ver à soie et les fluctuations annuelles du chimisme des feuilles de Mûrier sous l'effet des conditions climatiques. Nous penserons également à cet effet lorsque nous constaterons, pour la feuille de Pomme de terre, et toutes choses semblant être comparables par ailleurs, la variabilité des données de l'analyse chimique d'une année à l'autre.

Des considérations écologiques de nature comparable ont amené certains auteurs à étudier les conséquences de l'alimentation des larves ou des adultes sur la fécondité et la prolifération d'espèces phytophages (OSTROVSKY, 1946 ; HILL, 1946).

## II. — VARIATION DE LA FÉCONDITÉ DE L'INSECTE NOURRI DE FEUILLAGE PRÉLEVÉ DANS DIFFÉRENTES CONDITIONS

### a) Influence des conditions de culture du végétal.

ALLEN et SELMAN (1955), après DAHMS chez *Blissus leucopterus* SAY (1947), sont parmi les rares auteurs à avoir étudié l'effet de carences minérales sur la fécondité d'un Insecte phytophage et à avoir constaté que les carences en un seul des éléments nutritifs N P K ou Fe pour *Nasturtium officinale* provoque une réduction très appréciable de la fécondité du Coléoptère *Phaedon cochleariae* F.

Il est remarquable que ces éléments soient précisément ceux dont sont riches les feuilles jeunes des végétaux, ce que ALLEN et SELMAN ne signalent pas ; il est regrettable d'ailleurs que l'analyse chimique du feuillage des plantes carencées n'ait pas été faite pour confirmer la déficience en éléments minéraux.

Nous avons pensé exécuter quelques tests sur le Doryphore en leur offrant du feuillage de différentes origines et de chimisme connu, puis enrichi par trempage dans des solutions variées de sels minéraux à diverses concentrations et à des pH voisins de la neutralité. Nous n'en tiendrons pas compte ici d'abord parce que, comme HASEMAN (1946), chez le Doryphore, nous n'avons pas obtenu de modification significative de la fécondité et ensuite parce que l'absorption des solutions par le feuillage a été insuffisante (de 1,2 à 2 cm<sup>3</sup>) ; au reste le taux d'azote, par exemple, a peu varié avant et après trempage dans une solution de nitrate de potassium.

Nous nous sommes alors préoccupé essentiellement de la richesse en azote total et en sucres du feuillage de Pomme de terre et des conditions dans lesquelles le rapport C/N pouvait varier.

S'il paraissait difficile d'intervenir utilement sur des feuilles coupées, il semblait aisé d'obtenir des modifications importantes de chimisme foliaire en prélevant des échantillons sur des plantes cultivées dans différents milieux. Ces relations entre la composition chimique des végétaux et la teneur du sol en différents éléments nutritifs sont à la base même des sciences agronomiques et, pour ne citer qu'un exemple parmi tant d'autres, les différences significatives enregistrées dans le potentiel de formation du saccharose dans les diverses variétés de Canne à sucre sont attribuées aux propriétés physico-chimiques des sols (LUGO-LOPEZ, 1954).

Nous avons alors entrepris pendant plusieurs années, à la même date, des plantations de Pomme de terre (variétés « Ackersegen » et « Bintje ») dans les quatre conditions suivantes : soit en terreau de feuilles, soit en limon de plateau, et pour chacun de ces substrats la culture était normalement ensoleillée ou bien ombragée en permanence à l'aide d'une claie de serre disposée à 50 centimètres du sol à partir de la deuxième ou troisième semaine après le début de la « levée ».

Des techniques analogues ont été utilisées pour modifier le métabolisme des glucides et des substances azotées de plantes à croissance rapide, telles que des Crucifères (EVANS, 1938) ou des Légumineuses (BARKER, 1952, BARKER et TAUBER, 1954) en relation avec l'étude de la reproduction chez les Aphides. Elles ne présentent probablement pas le même intérêt pour les Insectes broyeurs et les Insectes piqueurs. Effectivement nous n'avons jamais obtenu de résultats significatifs en raison de la valeur élevée du « coefficient de variabilité » même pour un seuil de 0,10.

Nous nous contenterons donc de citer très schématiquement les indices de fécondité obtenus au cours de trois années d'essais (1949-1951-1953) avec des feuilles jeunes prélevées en parcelles de :

	Terreau ombré	Terreau ensoleillé	Limon ensoleillé	Limon ombré
1949.....	"	11,0 œufs	13,3 œufs	10,6 œufs
1951.....	1,2 œuf	6,5 —	8,3 —	3,2 —
1953.....	9,1 —	10,8 —	7,1 —	6,1 —

Comme il a été rappelé ci-dessus, les variations annuelles de fécondité d'un Insecte peuvent s'expliquer par les effets indirects du climat sur les conditions de nutrition et de croissance de la plante-hôte.

Ainsi nous avons obtenu pour la même variété « Bintje » les teneurs suivantes en éléments biochimiques <sup>(1)</sup> et en p. 1 000 du poids sec pendant deux années consécutives, les 1<sup>er</sup> juillet 1952 et 10 juin 1953 (cette dernière série correspond à une épreuve de fécondité conduite parallèlement) :

	Sucres réducteurs	Sucres totaux	Azote total	C/N
Terreau ombré 1952.....	26,8	52,8	"	
— — 1953.....	6,1	16,5	67	0,25
Terreau ensoleillé 1952.....	32,5	106,0	"	
— — 1953.....	16,8	47,0	58	0,81
Limon ensoleillé 1952.....	39,0	64,5	"	
— — 1953.....	13,3	28,5	94	0,31
Limon ombré 1952.....	26,5	53,5	"	
— — 1953.....	9,0	14,2	74	0,19

Constatons seulement que les variations sont toujours dans le même sens, mais nous ne pouvons nous prononcer sur le degré de signification du rapport C N, au moins dans les conditions restreintes de ces observations.

### b) Influence de l'heure du prélèvement.

De JONG (1937), pour étudier la fécondité d'*Helopeltis* en fonction de la teneur des feuilles de Thé en glucides, a utilisé les conséquences bien connues de la photosynthèse : à la fin de la journée le feuillage est plus riche en sucres réducteurs qu'au lever du jour, tandis que la teneur en azote varie peu, en sorte que le rapport C N s'en trouve assez considérablement modifié.

Des rameaux prélevés à des heures différentes n'ont donc pas la même composition chimique et peuvent être *qualitativement différents* pour les insectes qui s'en nourrissent.

Nous avons comparé la fécondité de Doryphores nourris pendant une vingtaine de jours avec des rameaux de Pomme de terre, variété « Ackersegen », prélevés à 9 heures et à 18 heures — au début de juin 1948 puis en fin juin 1949 — Les résultats sont résumés dans le tableau

(1) Nous adressons nos plus vifs remerciements à M. BATZ, de la Station Centrale de Physiologie végétale de Versailles, qui a bien voulu se charger de l'exécution de tous les dosages d'azote et de sucres cités ici.

suivant qui indique d'une part le nombre moyen d'œufs pondus par femelle et par jour dans chaque essai, pour l'ensemble des 7 femelles du lot, et d'autre part la fécondité moyenne pour les femelles ayant pondu pendant toute la durée de l'essai ; le contrôle préalable de fécondité et le contrôle de l'alimentation établissent l'homogénéité approximative des lots. Nous présentons ensuite les données de l'analyse chimique correspondant à ces essais.

*Fécondité du Doryphore en fonction de l'heure  
du prélèvement du rameau*

Année	Prélèvement	Fécondité moyenne p. femelle féconde	Fécondité moyenne p. femelle et p. jour
1948.....	à 9 h.	42 œufs	2,5 œufs
	à 17 h. 30	29 —	0,4 —
	le jour précédent à 9 h.	106 —	3,8 —
1949.....	à 9 h.	252 —	13,3 —
	à 17 h. 30	51 —	3,6 —
	le j. préc. 9 h.	96 —	5,0 —
	le j. préc. 17 h. 30	90 —	5,3 —

*Variation de composition chimique du feuillage de Pomme de terre  
(var. Ackersegen)*

	1949					
	1948			Feuilles jeunes   Feuilles vieilles		
	9 h.	18 h.	9 h.	18 h.	9 h.	18 h.
	(en p. 1000 de matières sèches)					
Amidon.....	15,2	13,7	10,5	9,7	10,6	9,1
Sucres réducteurs libres.....	3,5	21,8	0,3	8,8	11,3	20,8
Saccharose (sucres réducteurs après hydrolyse)...	38,6	31,5	33,2	37,2	33,7	33,7
Sucres totaux.....	42,1	53,3	33,5	46,0	45,0	54,5
Azote total.....	60,0	52,0	53,0	55,0	41,0	47,0
Rapport C/N.....	0,70	1,02	0,63	0,83	1,10	1,15

Le tableau ci-dessus met clairement en évidence le fait bien connu que l'élément dont la teneur varie le plus considérablement entre 9 et 18 heures est le glucose. Nous avons été tenté de lui accorder un rôle dans les phénomènes que nous avons observés. En effet, en tenant compte des résultats d'analyse de la série 1948 on constate une corrélation apparente entre la teneur en glucose de l'aliment et la fécondité moyenne de l'Insecte :

Prélèvement	Fécondité moyenne	Glucose p. 1000 M. S.
à 9 h. en 1949..	13,3	0,3
à 18 h. en 1949..	3,6	8,8
à 9 h. en 1948..	2,5	3,5
à 18 h. en 1948..	0,4	21,8

Mais les données de l'analyse chimique sont insuffisantes pour justifier une conclusion dans laquelle il n'est pas tenu compte de la complexité des facteurs en cause et elles doivent être complétées par des épreuves biologiques avec des aliments artificiellement supplémentés. Par ailleurs, l'analyse statistique indique qu'en prenant en covariance pour l'ensemble des séries d'essais, la fécondité pendant la période de contrôle préliminaire, les résultats des épreuves de fécondité ne sont pas significatifs. Cette indication apparaît très clairement, en ce qui concerne l'heure du prélèvement, dans les résultats obtenus avec des lots de 10 femelles en 1953 et 1954 :

Prélèvement var. Ackersegen	Indice féc 1954	Indice féc. 1953	Dosages chimiques 1953			
			Sucres réducteurs	Sucres totaux	N. tot.	C/N
Feuille jeune :						
à 9 h.....	26,7	11	16,2	32,0	61,0	0,52
à 18 h.....	22,6	20	49,5	50,0	69,0	0,72
Feuille âgée :						
à 9 h.....	7,8	2	13,6	25,0	28,0	0,89
à 18 h.....	8,6	1	37,0	42,6	33,5	1,27

Il convient donc d'être très prudent dans l'interprétation de faits trop peu nombreux entre lesquels le biométricien ne peut établir de valeur significative et qui ne fournissent seulement qu'une indication et une orientation de recherche.

Certaines différences déjà citées entre les Doryphores nourris sur feuilles jeunes et sur feuilles âgées nous permettent de penser que dans cette voie nous pouvons obtenir des résultats beaucoup plus significatifs.

### c) Influence de l'âge des feuilles ou du stade de développement végétatif de la plante-hôte.

Les quelques exemples précédents suggèrent qu'une alimentation composée de feuilles sénescentes ou de rameaux prélevés sur des plantes âgées de Pomme de terre exercent un effet direct sur la fécondité de *L. decemlineata* en réduisant considérablement la ponte même en inhibant complètement l'ovogénèse (GRISON, 1944 *b*). Ce résultat est particulièrement évident dans une seconde épreuve de 1954 conduite parallèlement à celle qui est rapportée dans le tableau précédent et où l'aliment offert aux Insectes avait été soit de la feuille jeune prélevée à 9 heures, soit de la feuille vieille prélevée à 18 heures — dans le premier cas la fécondité moyenne par femelle et par jour, ou indice de fécondité, pour 10 femelles pendant 10 jours est de 14,8 œufs et dans le second cas elle est nulle.

Si ce cas extrême n'est pas toujours constaté, cela doit tenir soit à

l'insecte dont les réserves sont peut-être suffisantes pendant quelque temps pour maintenir une activité ovogénétique réduite et ralentie dans quelques ovarioles, soit à l'aliment choisi dont la constitution n'est pas tout à fait celle d'un tissu foliaire sénescant.

La distinction entre feuilles jeunes et vieilles au moment du prélèvement porte sur la position de la feuille sur une tige de plante d'âge et de culture donnés, mais jamais sur son aspect de coloration ; en d'autres termes dans les deux cas, nous choisissons des feuilles vertes, non jaunissantes, dans lesquelles les tissus chlorophylliens paraissent être comparables.

La « feuille jeune » est un organe en cours de croissance prélevé à l'extrémité de la tige en 4<sup>e</sup>, 5<sup>e</sup> ou 6<sup>e</sup> position à partir du bourgeon terminal quel que soit l'âge de la plante et qui n'a pas encore atteint son développement « adulte », c'est-à-dire sa surface maximum.

La « feuille vieille » est un organe essentiellement caractérisé par son développement maximum, son port retombant largement étalé encore turgescent et vert <sup>(1)</sup> et situé tantôt à la base d'une plante d'âge moyen (de 4 à 6 semaines) tantôt sur la partie moyenne des tiges des plantes dont le développement végétatif est terminé (après 6 semaines). L'étude de la croissance foliaire a été faite en ce qui concerne l'évolution des lipides choliniques comme nous le verrons plus loin. Par exemple des plantes de la variété Bintje mises en terre le 28 avril et levées le 10 mai ont commencé à fleurir le 16 juin (5<sup>e</sup> semaine) et ont commencé à faner le 21 juillet (10<sup>e</sup> semaine) : c'est généralement entre ces deux périodes que nous prélevons les « feuilles vieilles », sur la partie moyenne des tiges, pour la conduite des épreuves de fécondité.

Toutes les épreuves de comparaison des effets de ces deux catégories d'organes végétatifs sur la fécondité du Doryphore ayant été hautement significatives, il ne nous paraît pas nécessaire de rapporter ici l'interprétation statistique qui en a été faite, mais seulement de citer quelques indices de fécondité obtenus pendant dix années d'expérimentation.

### Expérience A

*Avec feuillage de « Ackersegen » à partir du 26 juin.*

aliment	qu. fem.	qu. totale. œufs	fécondité moy. p. fem.	durée moy. d'activité	indice fécondité
f. jeune.....	14	4.635	331	41 j.	8,1
f. vieille.....	10	647	65	64 j.	1,0
f. étiolée.....	7	649	93	38 j.	2,4
f. « blanchie » <sup>(2)</sup> .	7	44	6	23 j.	0,3

<sup>(1)</sup> La variation de la teneur en matière sèche est faible : entre 9,4 et 13,3 p. 100 dans l'exemple qui sera rapporté lors de l'étude de l'évolution des lipides choliniques dans les feuilles de variété Bintje.

<sup>(2)</sup> La feuille blanchie est obtenue en l'enveloppant de papier d'étain pendant plusieurs jours avant son prélèvement ; la feuille étiolée correspond à un prélèvement de feuille moyenne sur une plante étiolée, ayant poussé sous ombrage ou bien sous un vitrage de serre.

## Expérience B

Des indices comparables de 8,4 et de 1,0 sont obtenus lorsque tous les repas d'une semaine à l'exception d'un seul sont constitués respectivement de feuilles jeunes ou de feuilles vieilles.

La ponte de 3 femelles de chacun de ces lots indique la relation entre un aliment comparable et homogène sur feuille jeune pendant 6 jours avant l'essai proprement dit au cours duquel chaque animal a été « son propre témoin » :

En contrôle préalable avec f. jeune.			Avec aliment f. vieille sauf 1 fois p. semaine avec f. jeune.		
1 <sup>er</sup> couple :	140 œufs	(4 pontes)	8 œufs	(1 ponte)	pendant 15 jours
2 <sup>e</sup> — :	136 —	(5 —)	32 —	(2 —)	— 35
3 <sup>e</sup> — :	208 —	(4 —)	41 —	(2 —)	— 7
			Avec aliment f. jeune sauf 1 fois p. semaine avec f. vieille		
1 <sup>er</sup> couple :	122 œufs	(5 pontes)	143 œufs	(8 pontes)	pendant 20 j.
2 <sup>e</sup> — :	125 —	(5 —)	184 —	(6 —)	— 24 j.
3 <sup>e</sup> — :	130 —	(4 —)	310 —	(10 —)	— 23 j.

Les différences, entre les deux groupes d'Insectes, sont encore plus caractéristiques si, en plus du total des œufs pondus, on compare le nombre moyen d'œufs composant chaque ponte. Dans le premier cas : de 35,3 et 52 œufs pour une ponte déposée par chacune des femelles, la moyenne tombe à 8,2 et 20 œufs ; dans le second cas, au contraire, la moyenne de 24,3 et 25 œufs par ponte, se maintient à 18,3 et 30 œufs. Ces faits traduisent l'existence, dans la fécondité, d'un trouble provoqué par une carence qualitative lorsque les femelles ne disposent pas de feuillage jeune d'une manière suffisamment fréquente.

## Expérience C

Dix lots de 10 femelles sont constitués de telle sorte qu'avec alimentation avec feuille jeune pendant 6 jours la fécondité moyenne de chaque lot soit approximativement la même. Cinq de ces lots sont maintenus ensuite du 7 au 10 juin 1952 en présence du même aliment (variété Bintje) tandis qu'aux cinq autres il est offert des feuilles vieilles :

	Lots avec f. jeunes :					Lots avec f. vieilles :				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Ponte totale	1 088	1 575	1 387	1 176	1 044	484	418	387	354	281 œufs
Fem. fécondes	100	9	10	10	8	9	9	9	9	8 femelles
Ponte p. fem.	1088	175	138	117	130	53	46	43	39	35 œufs
Indice fec.	21,1	19,7	17,3	14,7	13,0	6,0	5,2	5,4	4,4	3,5 œufs

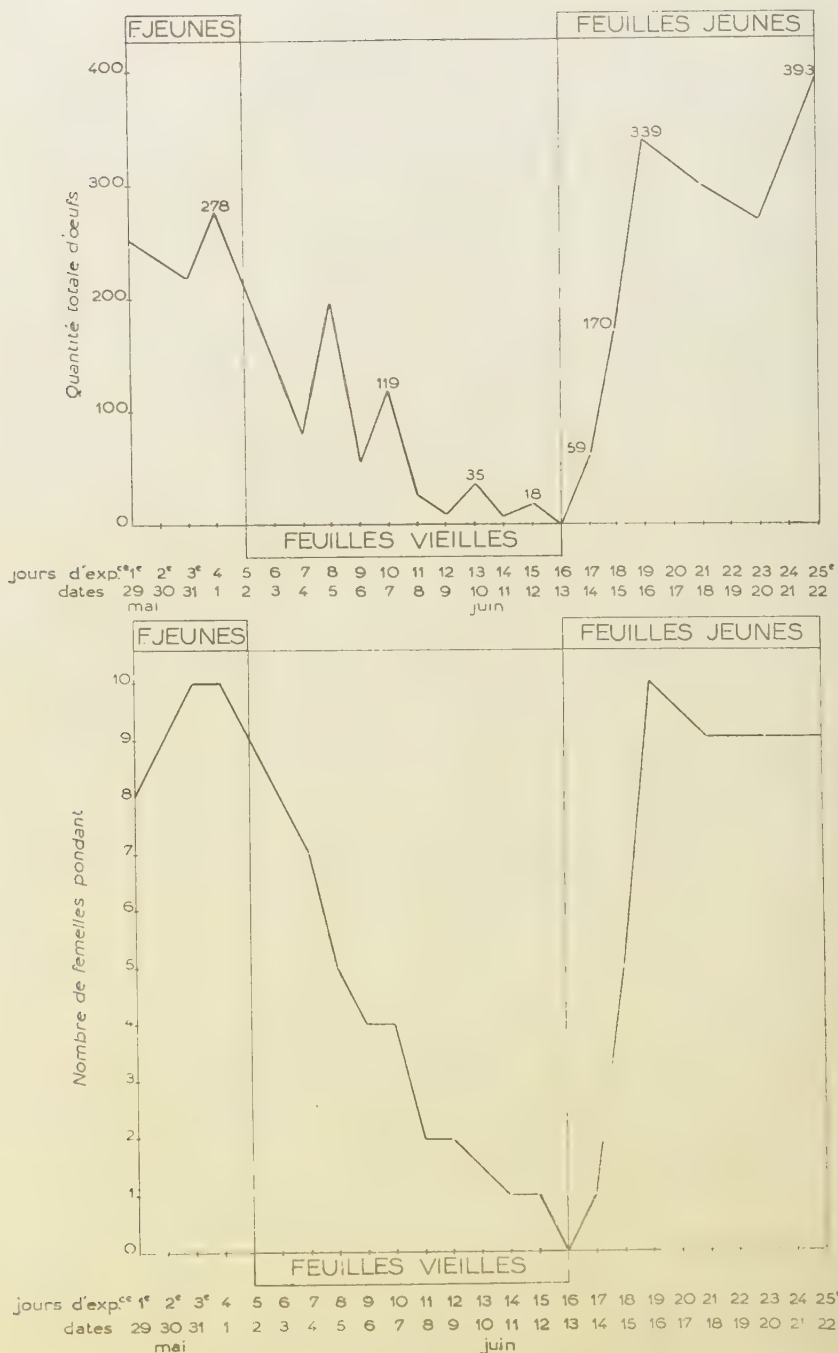


Fig. 7. — Effet immédiat de la qualité du feuillage consommé sur la fécondité.

Il ne paraît pas nécessaire de multiplier les exemples, mais il est utile de montrer les délais nécessaires à l'effet d'une alimentation défectueuse sur la fécondité du Doryphore.

### Expérience D

Après avoir contrôlé la fécondité de 10 femelles sur feuille jeune, il est offert à celles-ci des feuilles prélevées sur des plantes plus âgées de cinq semaines. On constate alors que la moitié des femelles cessent de pondre dans les 72 heures et que la ponte s'arrête complètement chez toutes les femelles 11 jours après le changement d'aliment. A ce moment on donne à nouveau du feuillage jeune à consommer aux individus survivants qui se remettent presque immédiatement à pondre (fig. 7). Il est vrai que l'indice de consommation qui était avec feuilles vieilles de 500 à 550 mm<sup>2</sup> les 8 et 9 juin et de 280 à 370 mm<sup>2</sup> les 11 et 12 juin, avait augmenté avec feuilles jeunes et il était de 450 mm<sup>2</sup> le 14 juin et de 730 mm<sup>2</sup> le 16 juin. Néanmoins le rapport quantitatif de consommation, maintenu au-dessus du seuil, n'exclut pas l'effet qualitatif de l'alimentation.

Voyci ce qui s'est passé dans trois autres séries simultanées d'essais conduits toujours avec 10 femelles par série :

Séries	a/ sur f. jeunes du 19 au 25 juin		b/ sur f. vieilles du 26 juin au 5 juillet	
	Total d'œufs pondus	Indice de fécondité	Total d'œufs pondus	Indice de fécondité
I	1 027	14,7	876	8,8
II	1 163	15,2	841	8,5
III	967	14,2	541	6,0

*La valeur qualitative de l'aliment a un effet immédiat sur la fécondité du Doryphore.*

### Expérience E

Nous avons déjà indiqué (GRISON, 1952) que la nature de l'aliment offert aux femelles avant la diapause n'a pas d'influence sur la fécondité de l'Insecte au moment de sa reprise d'activité au printemps suivant (fig. 8). Ainsi, dans le cas de l'expérience de 1949, nous pouvons considérer que la fécondité moyenne d'une femelle sur feuille jeune, mais ayant été nourrie sur feuille vieille avant la diapause (3,3 œufs par jour) est analogue à celle d'une femelle également alimentée avec feuille jeune en 1949 et ayant déjà été nourrie sur feuille jeune l'année précédente (3,5 œufs par jour).

### Expérience F

Nous nous sommes enfin proposé de savoir si la feuille jeune conservait ses propriétés à l'égard de la fonction ovogénétique de la 1<sup>re</sup> cellule de *L. decemlineata* quel que soit l'âge, ou stade végétatif du végétal.

Dans ce but nous avons échelonné pendant plusieurs semaines consécutives des plantations de Pomme de terre de la variété Ackersegen, et nous avons prélevé :

— A : des feuilles jeunes prises chaque semaine sur les plantes jeunes de la dernière plantation et dont l'exécution, en cultures échelonnées, a été faite les 28 mai 1952 (levée le 6 juin) ; 10 juin 1952 (levée le 21 juin) ; 18 juin 1952 (levée le 28 juin) ; 25 juin 1952 (levée le 9 juillet).

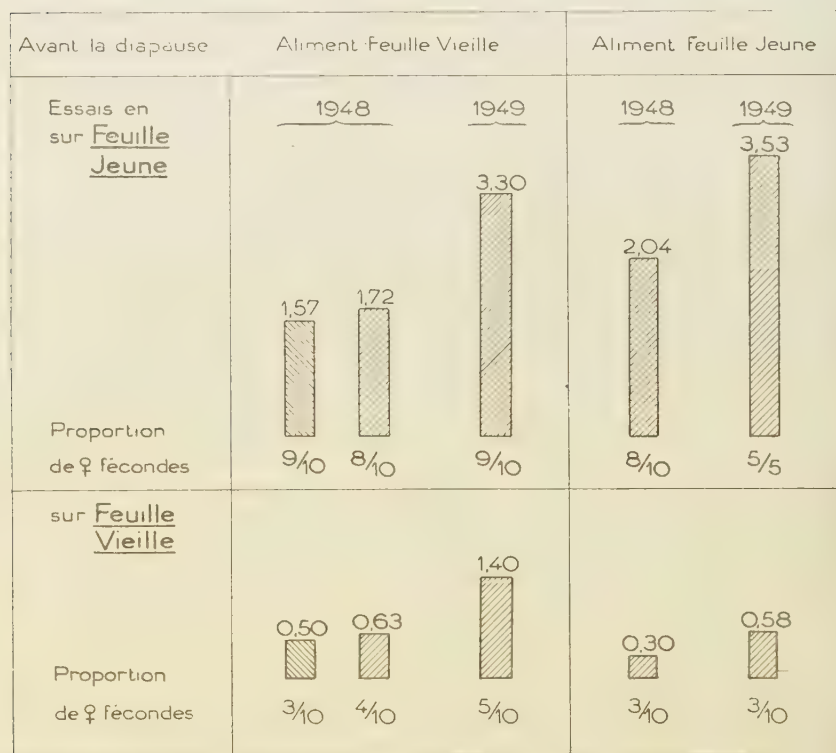


Fig. 8. — Influence du stade végétatif de l'aliment sur la fécondité du Doryphore.  
(La fécondité est exprimée par femelle et par jour).

— B : des feuilles jeunes prises constamment sur une première plantation mise en terre le 20 mai et levée le 2 juin 1952 ;

— C : des feuilles vieilles prises sur cette même culture ;

— D : des feuilles jeunes des cultures hebdomadaires de la série A, offertes pendant seulement 2 heures par jour pour limiter la durée du repas et la quantité d'aliment consommé.

L'expérience a été conduite en chambre climatisée à 25° et 80 p. 100 d'humidité relative pendant quatre périodes successives correspondant

à chaque changement d'aliment pour les lots nourris avec feuilles jeunes des cultures échelonnées soit :

- période I, du 20 au 28 juin ;
- période II, du 29 juin au 5 juillet ;
- période III, du 6 au 18 juillet ;
- période IV, du 19 au 26 juillet.

Chaque lot ou série comprenait 10 femelles ramassées dès leur apparition dans la nature et maintenues en jeûne hydrique jusqu'à la date de mise en essai le 20 juin 1952. Les résultats groupés dans le tableau suivant et les graphiques des figures 9 et 10 se rapportent à l'ensemble des femelles vivantes ou fécondes dans chaque lot pendant chaque période. Ceux qui figurent dans les graphiques de la fig. 11 expriment les moyennes de consommation et de fécondité se rapportant seulement dans chacun des lots aux femelles ayant survécu pendant les quatre périodes consécutives.

*Influence de la feuille jeune en fonction de l'âge de la plante.*

Périodes	Série A f. jeunes cult. hebdom.	Série B f. jeunes cult. norm.	Série C f. vieilles cult. norm.	Série D f. jeunes repas de 2 h.
<b>I</b>				
Consommation totale .....	46 550 mm <sup>2</sup>	27 875 mm <sup>2</sup>	46 245 mm <sup>2</sup>	12 055 mm <sup>2</sup>
Consommation moyenne/♀/jour...	385 mm <sup>2</sup>	226 mm <sup>2</sup>	356 mm <sup>2</sup>	107,5 mm <sup>2</sup>
Femelles fécondes .....	9/10	9/10	8/10	8/10
Ponte totale .....	2 285 œufs	1 945 œufs	1 119 œufs	640 œufs
Ponte moyenne/femelle féconde ..	254 —	216 —	138 —	80 —
Ponte moyenne/♀/jour .....	26,3 —	24,0 —	12,4 —	7,1 —
<b>II</b>				
Consommation totale .....	22 650 mm <sup>2</sup>	17 750 mm <sup>2</sup>	12 785 mm <sup>2</sup>	13 655 mm <sup>2</sup>
Consommation moyenne/♀/jour...	462 mm <sup>2</sup>	386 mm <sup>2</sup>	164 mm <sup>2</sup>	184,5 mm <sup>2</sup>
Femelles fécondes .....	7/7	8/8	4/10	1/10
Ponte totale .....	1 661 œufs	1 425 œufs	182 œufs	27 œufs
Ponte moyenne/femelle féconde ..	237 —	183 —	45 —	27 —
Ponte moyenne/♀/jour .....	33,9 —	32,4 —	2,6 —	0,4 —
<b>III</b>				
Consommation totale .....	38 185 mm <sup>2</sup>	30 160 mm <sup>2</sup>	17 460 mm <sup>2</sup>	5 040 mm <sup>2</sup>
Consommation moyenne/♀/jour...	489 mm <sup>2</sup>	372 mm <sup>2</sup>	145,5 mm <sup>2</sup>	43,3 mm <sup>2</sup>
Femelles fécondes .....	7/7	7/7	5/10	1/10
Ponte totale .....	1 810 œufs	1 281 œufs	308 œufs	34 œufs
Ponte moyenne/femelle féconde ..	258 —	183 —	61 —	34 —
Ponte moyenne/♀/jour .....	23,2 —	15,1 —	2,6 —	0,3 —
<b>IV</b>				
Consommation totale .....	12 415 mm <sup>2</sup>	8 645 mm <sup>2</sup>	6 520 mm <sup>2</sup>	2 015 mm <sup>2</sup>
Consommation moyenne/♀/jour...	281 mm <sup>2</sup>	179,5 mm <sup>2</sup>	116,5 mm <sup>2</sup>	36,3 mm <sup>2</sup>
Femelles fécondes .....	5/6	6/6	2/8	1/8
Ponte totale .....	405 œufs	525 œufs	106 œufs	8 œufs
Ponte moyenne/femelle féconde ..	81 —	86 —	52 —	8 —
Ponte moyenne/♀/jour .....	9,2 —	10,9 —	1,9 —	0,1 —
<b>Indices moyens généraux :</b>				
de consommation .....	405 mm <sup>2</sup>	283 mm <sup>2</sup>	217 mm <sup>2</sup>	91 mm <sup>2</sup>
de fécondité .....	23,8 œufs	20,4 œufs	5,0 œufs	2,1 œufs

Le tableau, comme les graphiques montrent que la feuille jeune a les mêmes effets sur la fécondité du Doryphore quel que soit l'âge du végétal

sur lequel elle a été prélevée. La légère différence de fécondité constatée entre les femelles des séries A et B s'explique uniquement par la différence de quantité d'aliment consommé : nous ne savons pas si ces deux catégories d'aliment sont différemment appétitifs, mais ils sont nutritifs d'une manière égale dans leurs relations avec la fonction reproductrice du Doryphore.

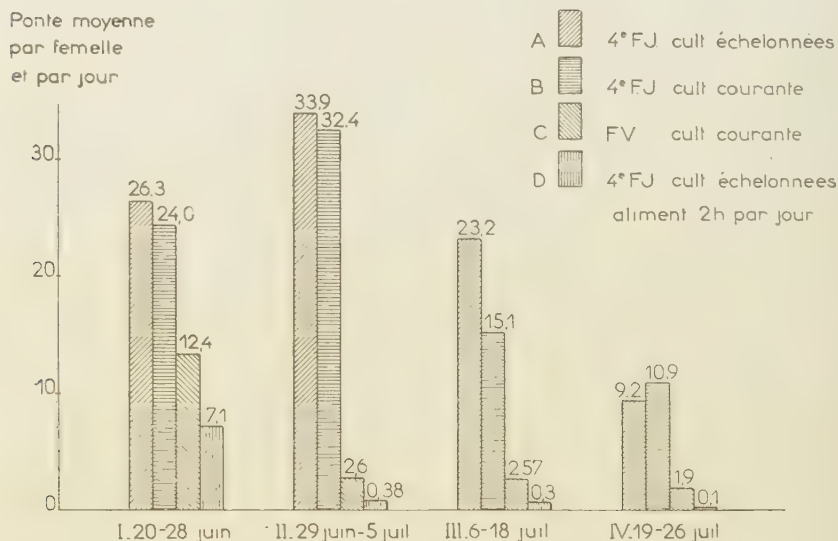


FIG. 9. — Fécondité en fonction de l'état de développement de la plante.

Les résultats de la série D confirment les précédents (expérience de 1953, fig. 4) relativement au seuil quantitatif de consommation assurant la ponte.

Les résultats de la série C témoignent encore de l'effet qualitatif défavorable des feuilles âgées de Pomme de terre sur la fécondité du Doryphore surtout si l'on compare les moyennes obtenues pendant la première période : les indices de consommation sont analogues dans les séries A et C. Certes, pendant les autres périodes, les femelles s'alimentent quantitativement moins avec les feuilles vieilles qu'avec les feuilles jeunes, mais au total les indices de fécondité dans les séries B et C varient davantage que les indices de consommation correspondants en sorte que, compte tenu du facteur quantitatif, la différence entre feuilles jeunes et feuilles vieilles reste toujours hautement significative ; le graphique de la figure 10, établi avec les moyennes pour les femelles survivant pendant toute la durée de l'expérience (4 en série A, 5 en B, 6 en C et 7 en D), illustre le caractère de cette différence.

Nous en retrouverons plus loin de nouveaux exemples.

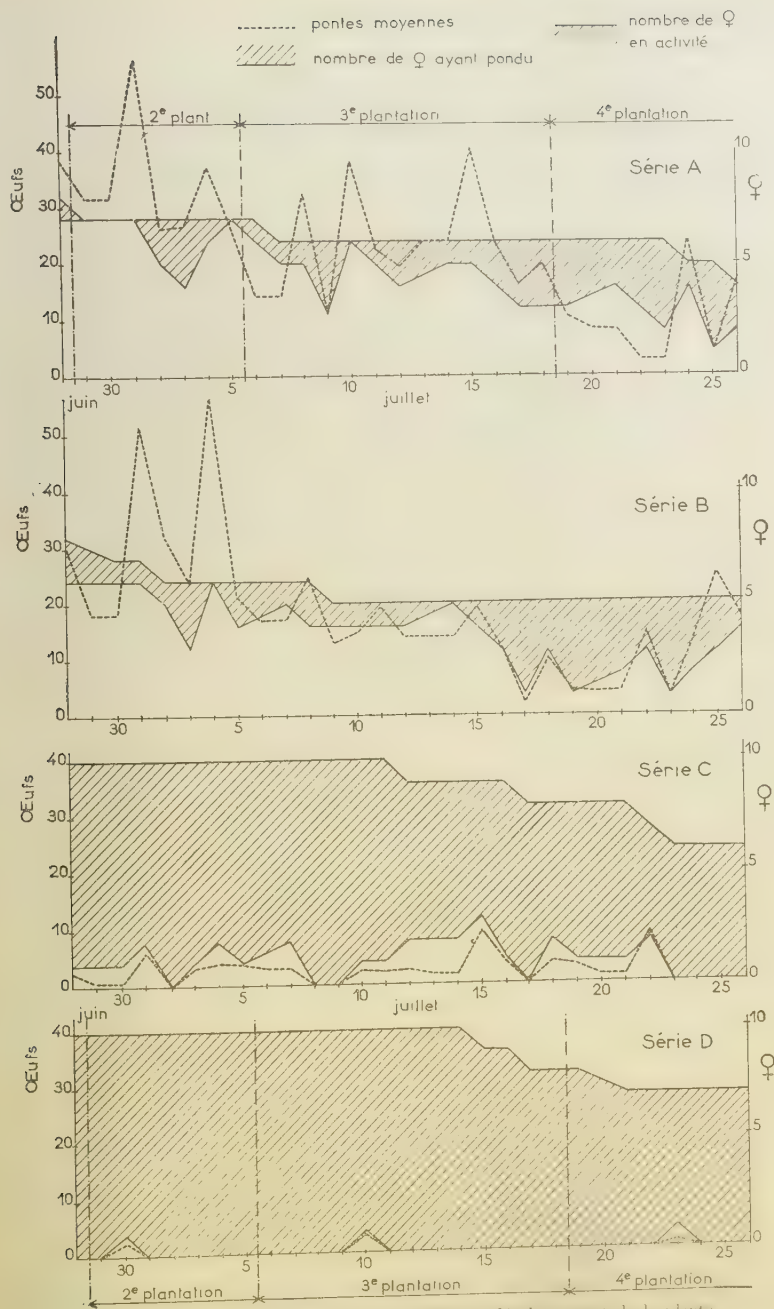


FIG. 10. — Fécondité en fonction de l'état de développement de la plante.  
(Même expérience que Fig. 9 en représentant les fluctuations quotidiennes).

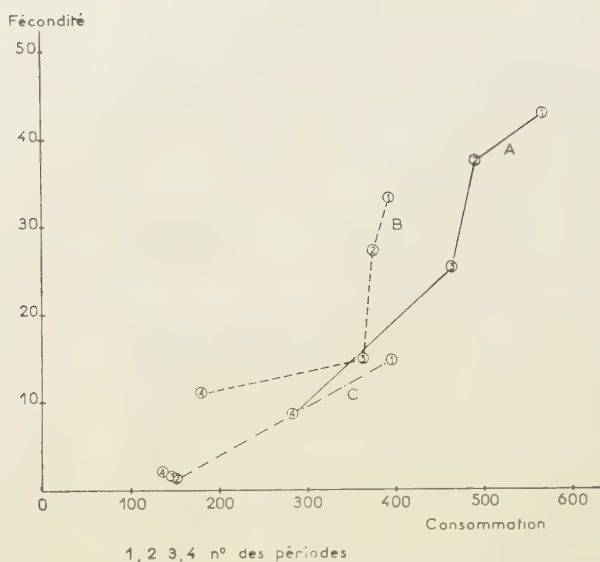


FIG. 11 a.

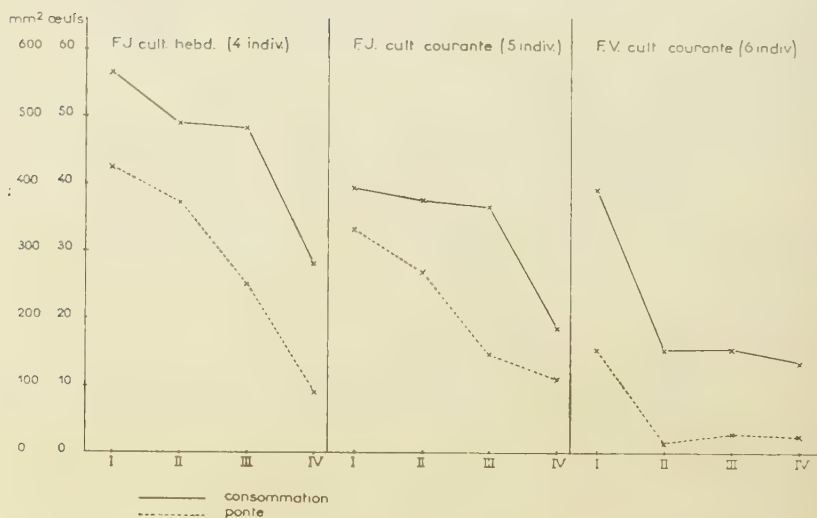


FIG. 11 b.

FIG. 11. — Relations entre consommation et fécondité pour différents aliments et au cours des quatre périodes successives du 20 juin au 26 juillet. — 11 a) Moyennes quotidiennes par individu pendant chaque période. (La fécondité est exprimée en œufs et la consommation en mm²). — 11 b) Courbes moyennes individuelles de consommation et de ponte pour trois qualités d'aliment.

### III. — RELATIONS ENTRE LA COMPOSITION CHIMIQUE DE L'ALIMENT ET LA FÉCONDITÉ

Nous avons déjà donné quelques indications sur la composition chimique du feuillage de Pomme de terre particulièrement en ce qui concerne la teneur en azote total et en glucides, éléments auxquels nous avons limité nos investigations en raison de l'intérêt que nous accordions au rapport C/N. Nous rassemblerons maintenant les différentes données analytiques que nous devons à l'obligeance d'abord de M. J. Dussy puis du laboratoire de M. G. DUCET <sup>(1)</sup> en les comparant aux résultats des épreuves de fécondité conduites avec les femelles de *L. decemlineata*. Nous verrons ensuite si la technique de supplémentation chimique du feuillage peut apporter quelques indications complémentaires.

#### a) Dosages et Bilans.

L'intérêt que nous avons accordé au rapport C/N provenait de la confrontation des données analytiques fournies par CORC (1945) et de nos observations sur les effets des feuilles jeunes quel que soit l'âge du végétal ; en effet les données de CORC se rapportant à la variété Bintje sont les suivantes en p. 1 000 du poids sec :

	N total	Sucres tot.	C/N
Feuilles du sommet le 19 juin (plante jeune)....	41,8	38,0	0,91
Feuilles du sommet le 5 août (plante âgée).....	29,6	25,3	0,85
Feuilles de base le 5 août (plante âgée).....	22,6	8,2	0,37

La différence paraissait être plus importante entre deux feuilles selon leur position sur une plante qu'entre des feuilles de même position prélevées sur des végétaux plus ou moins âgés.

D'autre part, cette différence porte davantage sur les glucides que sur les constituants azotés, ainsi qu'il ressort de la comparaison des chiffres obtenus différentes années sur la variété Ackersegen (en p. 1 000) :

Prélèvement à :	Feuilles jeunes		Feuilles âgées	
	9 h.	17 h.	9 h.	17 h.
En 1949				
Sucres totaux.....	44,0	55,7	55,6	63,6
Azote total.....	53,0	55,0	41,0	47,0
C/N.....	0,63	0,83	1,10	1,16
Indice fécondité.....	13,3 œufs	3,6 œufs	—	—
En 1953				
Sucres totaux.....	32,0	50,0	25,0	42,6
Azote total.....	61,0	69,0	28,0	33,5
C/N.....	0,52	0,72	0,89	1,27
Indice de fécondité.....	11 œufs	20 œufs	2 œufs	1 œuf

(1) Station Centrale de Physiologie végétale, INRA, Versailles.

On pourrait penser que les variations d'équilibre entre les constituants nutritifs de la ration alimentaire du Doryphore était susceptible de provoquer des variations parallèles de fécondité si l'on se rapporte aux indices rappelés dans le tableau ci-dessus.

Pour ajouter une donnée complémentaire, nous avons utilisé des cultures de la variété « Osbote » atteintes d'une virose, « l'enroulement », laquelle provoque une augmentation du rapport C/N dans les tissus végétaux. Nous n'avons malheureusement pas la teneur en azote, mais l'augmentation de la teneur en sucres totaux de la feuille jeune de plante virosée (94,8 p. 1 000) par rapport à celle de la feuille de même position d'une plante saine témoin (83,7 p. 1 000) atteste du sens probable de la variation du rapport C/N. Les indices de fécondité observés sont :

	feuille jeune	feuille âgée
plante saine .....	16,2	0,8
plante virosée .....	6,0	1,4

Le processus n'est pas semblable dans le cas d'une Pomme de terre (Bintje) atteinte d'une virose « X + Y » qui provoque une diminution du rapport C/N :

	feuille jeune saine	f. jeune virosée
sucres totaux .....	75,0	62,5
azote total .....	58,5	60,0
C/N .....	1,28	1,04
indices fécondité 1 <sup>re</sup> série	14,0 œufs	8,2 œufs
indices fécondité 2 <sup>re</sup> série	21,7 œufs	24,9 œufs

Malgré ces constatations tendant à attribuer, vis-à-vis de la fécondité du Doryphore un rôle à la valeur relative des éléments azotés et glucidiques de la ration alimentaire beaucoup plus qu'à leur valeur absolue, d'autres observations n'ont pas permis d'établir une corrélation significative entre les valeurs relatives du rapport C/N et les indices de fécondité.

Ainsi, pour des valeurs C/N sensiblement équivalentes dans le cas de feuilles de plantes étiolées en serre et de feuilles jeunes de cultures en plein air (variété Bintje) les épreuves biologiques donnent des résultats très dissemblables en juin 1953 :

	avec f. de cult. courante	avec f. de plante étiolée
sucres totaux .....	45 p. 1000	34 p. 1000
azote total .....	80 p. 1000	78 p. 1000
C/N .....	0,56	0,44
en contrôle préalable .....	(16,9 œufs)	(16,5 œufs)
1 <sup>re</sup> période de 13 jours .....	19,4 œufs	5,5 œufs
2 <sup>e</sup> période de 9 jours .....	25,1 œufs	6,7 œufs

Nous aurions voulu établir quelques modalités de l'assimilation des éléments organiques pris en considération dans les épreuves de fécondité, comme l'ont fait divers auteurs tels que BROWN (1930), KATO

(1934, 1936), EVANS (1939 *a* et *b*), BABERS (1941) etc... Nous ne détaillerons pas le protocole expérimental et nous indiquerons ci-dessous quelques résultats obtenus en ce qui concerne les matières azotées totales.

Dans un premier cas, l'azote retenu par trois femelles pendant plusieurs jours, est calculé par différence entre la quantité d'azote ingéré (évalué d'après la quantité d'aliment consommé et la teneur en azote total de cet aliment) et la quantité d'azote rejetée et dosée dans les excréta :

	Bintje	Ackersegen	Ultimus
teneur aliment en N total.....	48,0 p. 1000	78,5 p. 1000	83,1 p. 1000
matières sèches ingérées .....	26,0 mg	19,5 mg	32,7 mg
quant. N ingérée.....	1,25 mg	1,56 mg	2,72 mg
teneur excréta en N total.....	6,01 % m. s.	5,45 % m. s.	5,30 % m. s.
matière sèches excrétées.....	12,5 mg	7 mg	14 mg
quant. N rejetée .....	0,75 mg	0,38 mg	0,74 mg
quant. N retenue.....	0,50 mg	1,18 mg	1,98 mg
Coeff. de rétention azotée.....	40 %	75 %	73 %

Dans un second cas on a calculé également la teneur en azote chez les Insectes ayant jeûné avant la mise en expérience et chez 10 Insectes nourris pendant 24 heures avec du feuillage jeune ou âgé de Bintje. Nous ne prendrons en considération que le cas d'alimentation sur feuille jeune : les teneurs en azote des femelles sont respectivement de 8,60 p. 100 et 8,75 p. 100 avant et après l'expérience, mais, en tenant compte de l'accroissement de poids durant l'expérience, les 10 Insectes ont gagné 3,4 mg d'azote total. Pendant le même temps il avait disparu 8,5 mg d'azote dans la ration alimentaire et l'on retrouvait 4,3 mg d'azote dans les excréta : en sorte que, par ce moyen, la quantité d'azote retenue est évaluée à 4,2 mg et le coefficient de rétention azotée, selon l'expression des physiologistes et des zootechniciens, correspond environ à 50 p. 100.

### b) Essais avec aliments « supplémentés ».

Nous avons exposé dans la première partie de ce travail le but et la méthode d'utilisation des aliments supplémentés avec un ou plusieurs éléments biochimiques de nature et de proportions définies. W. S. WONG (1931) a également modifié le régime nutritif des larves de *Bombyx mori* L. en ajoutant différents matériaux protidiques à la feuille de mûrier, tandis que KARO (1936) y ajoutait du saccharose.

En première approximation la proportion de substance ajoutée était calculée en tenant compte de la teneur la plus élevée en cet élément, constatée dans le feuillage de Pomme de terre et de la consommation moyenne habituelle du Doryphore, ainsi que de la quantité de solution aqueuse ou de poudre retenues par l'unité de surface foliaire après épandage au pulvérisateur ou à la poudreuse type « Vaast ». Cette quantité, en valeur moyenne, représentait le quarantième du poids frais de la

feuille ; elle a été au maximum pour quelques substances sur des feuilles jeunes de Bintje pesant de 25,6 à 32,0 mg au cm<sup>2</sup> :

solution de glucose à 10 p. 100 = 0,62 mg p. cm<sup>2</sup> de feuille ;

solution de saccharose à 10 p. 100 = 0,89 mg p. cm<sup>2</sup> de feuille ;

suspension d'amidon à 5 p. 100 = 0,42 mg p. cm<sup>2</sup> de feuille ;

suspension de caséine à 10 p. 100 = 0,70 mg p. cm<sup>2</sup> de feuille ;

émulsion de lécithine à 2 p. 100 = 0,15 mg p. cm<sup>2</sup> de feuille.

Nous avons donné quelques résultats d'épreuves de fécondité du Doryphore nourri avec des régimes dans des publications antérieures (GRISON, 1952). En fait, ces résultats sont très inconstants et les différences observées sont tantôt statistiquement significatives, tantôt à peu près nulles. Avant d'en discuter, il convient cependant de donner quelques exemples d'indices de fécondité avec leur indice de variation soit par rapport à celui d'un lot témoin sans supplément, soit par rapport à celui du même lot soumis au contrôle préalable.

Suppléments	Référence expér.	Indice de fécondité expérimental	Variation de cet indice par rapport à	
			lot témoin (1)	contr. préal. (1)
glucose .....	(1949 XXV) sur F. V.	1,5	(0,5) 3,00	
	(1951 XXV) sur F. J.	17,5	(18,2) 0,96	(18,2) 0,96 (2)
	(1952 XXV) sur F. V.	3,4	(1,2) 2,83	(5,5) 0,62 (2)
	(1952 XXV) sur F. J.	6,7	(9,1) 0,74	(17,4) 0,38 (2)
	(1952 XXV) sur F. J.	13,8	(11,1) 1,24	
	(1953 XXXIII) sur F. J.	2,0		(1,0) 2,00
	(1955 XXV B) sur F. étiol.	4,9		(5,1) 0,96
caséine .....	(1947 XXXIV) sur F. J.	11,6	(18,8) 0,62	
	(1948 XXV) sur F. J.	1,7	(1,7) 0,00	
	(1951 XXV) sur F. J.	13,3	(18,2) 0,72	(20,8) 0,64
	(1953 XXV) sur F. J.			
	9 h.	7,4		(11,1) 0,66
	sur F. J. 17 h.	4,5		(20,0) 0,22
	sur F. V. 9 h.	8,1		(2,0) 4,05
	sur F. V. 17 h.	2,4		(1,0) 2,40
	(1954 XXV) sur F. J.			
	9 h.	33,1		(26,7) 1,24
	sur F. V. 9 h.	11,7		(7,8) 1,50
	sur F. V. 17 h.	20,8		(8,6) 2,42
	(1955 XXV B) sur F. V.	10,3	(4,4) 2,35	

L'examen de ces chiffres tend à montrer, particulièrement en ce qui concerne la caséine, que *l'apport d'un supplément azoté à la ration accroît la fécondité du Doryphore lorsque l'aliment naturel en est pauvre*. En effet, dans le cas de l'expérience de 1953, les feuilles âgées prélevées à 9 h et à 17 h ont respectivement 2,2 et 2,1 fois moins d'azote total que les feuilles jeunes correspondantes (voir paragraphe précédent). En ce qui concerne le glucose, l'interprétation est plus délicate, probablement

(1) Les indices correspondant à ces séries ou périodes sont cités entre parenthèses.

(2) Dans le même temps la variation du lot témoin par rapport à son propre contrôle préalable était inverse : respectivement 0,25 sur F.V. et 0,82 sur F. J.

parce que, lorsqu'il n'y a pas de précision d'heure de cueillette, les prélèvements étaient faits pendant toute la matinée, en sorte que leur teneur subissait un commencement de variation dont il n'a pas été tenu compte dans les dosages.

Nous nous sommes limités à la citation d'exemples se rapportant aux suppléments les plus fréquemment employés mais de nombreuses autres substances avaient été utilisées de cette façon. Parmi elles, citons : le saccharose, l'amidon, la peptone, l'acide nucléique et l'extrait desséché de levure de bière, le tocophérol et plusieurs mélanges d'acides aminés. Nous ne les retiendrons pas ici : d'abord parce qu'ils n'ont pas fait l'objet d'expérimentation systématique et suffisamment répétée ; ensuite parce que dans les essais préliminaires auxquels ils ont été incorporés, ils n'ont pas eu d'effet de stimulation ou d'inhibition manifeste sur la fécondité du Doryphore.

Nous avons également utilisé des lécithines de diverses origines dont nous parlerons au chapitre suivant.

#### IV. — DISCUSSION

F. PICARD (1926) avait déjà supposé que la sénescence des tissus foliaires constituait, chez un phytophage, l'Altise *Haltica ampelophaga* GUER, une cause de diminution de fécondité. Notre étude en caractérise l'effet et l'importance chez le Doryphore, *Leptinotarsa decemlineata* SAY.

LEGAY et M<sup>lle</sup> BAUD (1953) et LEGAY (1954) ont montré un phénomène comparable chez *Bombyx mori* L. mais, dans le cas de la plupart des Lépidoptères, c'est la nature de l'alimentation larvaire qui retentit sur la vitalité et la fécondité de l'imago : il en est ainsi chez le Bombyx Cul-brun, *Euproctis chrysorrhoea* DON. (GRISON, 1956). BLAIS (1952) a constaté une relation semblable chez une Tordeuse, *Choristoneura fumiferana* CLEM., dont la fécondité est réduite au moins de moitié sinon du tiers si les femelles sont nourries de feuillage d'Épicéa de l'année précédente au lieu de s'alimenter au dépens de celui de l'année.

REYNOLD (1944) présente un graphique analogue pour *Tribolium destructor* UYTT auquel on offre un aliment plus favorable à la fécondité (farine aux taux de 85 p. 100 d'extraction qui double la ponte par rapport à une farine à 60-75 p. 100) pendant la période d'oviposition. Cet auteur indique un effet de la nourriture larvaire, mais celui-ci peut être supprimé par la qualité de la nourriture imaginale.

En étudiant plus particulièrement l'apparition des différentes formes d'Aphides, KENNEDY et BOOTH (1951, 1954) ont étudié la signification physiologique et écologique de l'âge de la feuille sur le processus de la succession des formes.

Il n'est pas nécessaire de discuter sur la différence d'effet du feuillage de Pomme de terre selon son état de croissance sur la fécondité du Doryphore, sinon pour rappeler sa signification écologique ainsi que cela a été mentionné antérieurement (TROUVELOT et al : 1936, 1937) : ce phénomène n'est pas un « artefact » d'expériences de laboratoire. Nous nous attacherons plutôt à reconsidérer la signification physiologique des différents constituants organiques que nous avons mis en cause.

Plusieurs auteurs ont étudié le rôle de ces constituants et nous citerons quelques exemples : la ponte de *Laspeyresia molesta* BUSK, est mieux assurée si l'adulte prend des repas d'eau sucrée (SWINGLE, 1928) ; il en est de même chez les Pyrales (KOZANTSHIKOV, 1938) et le rôle des sucres solubles paraît être prépondérant sur la reproduction des Lépidoptères diurnes (CHAUVIN, 1956). Le Coléoptère *Bruchus quadrimaculatus* FAB a une fécondité accrue d'environ 50 p. 100 chez les femelles nourries avec de l'eau sucrée par rapport à celles qui subissent le jeûne (LARSON, 1924). En choisissant l'heure du prélèvement, DE JONG (1938) a montré que certains *Epilachna* pondent davantage lorsqu'ils sont nourris sur des plantes riches en glucides, mais *Helopeltis theivora* WATERH. ne réagit pas de la même manière.

Chez la plupart des Diptères, il semblerait que les protides ont un rôle prédominant sur la fécondité des adultes (HUTCHINSON, 1916 — ROUBAUD, 1921 — COUSIN, 1932 — MACKERRAS, 1933 — EVANS, 1935...) y compris chez un Diptère phytophage comme *Ceratitis capitata* WIED. (HANNA, 1938, 1947). Chez les Moustiques les effets d'une hémophagie variée sur l'activité reproductrice (ROUBAUD et MEZGER, 1934 — TOUTMANOFF, 1949) seraient attribués à la qualité des protéines et particulièrement à la DL isoleucine (GREENBERG, 1951). Il en serait de même pour de nombreux Hyménoptères (HAYDAK, 1934) même non carnassiers et nous pouvons penser qu'un effet analogue intervient chez les Hyménoptères parasites qui se nourrissent de l'hémolymphe de leur hôte (FLANDERS, 1935).

Le développement des ovaires des ouvrières d'Abeilles est essentiellement influencé par la qualité de certains aliments, pollens et gelée royale, offerts aux imagos peu âgés, mais les facteurs en cause ne sont pas connus bien qu'on suggère certaines formes qualitatives d'azote (J. PAIN, 1951).

Les exigences des Diptères sont probablement plus variées : d'après RASSO et FRAENKEL (1954) l'efficacité du régime alimentaire des adultes de *Phormia regina* MEIGEN sur le développement des ovaires est plus grande si on ajoute à des protéines diverses les vitamines du complexe « B » et surtout des sels minéraux et notamment du phosphate de potassium. Mais, ces auteurs relatent que les meilleurs mélanges composés par eux n'égalent pas l'efficacité d'un régime normal de foie de bœuf,

ce qui laisse supposer que d'autres éléments indéterminés doivent aussi intervenir.

SHARAPOV (1951) accroit plus de deux fois la fécondité des *Eurygaster* (Hem. Pentatomides) en ajoutant des grains de blé trempés dans l'eau à leur alimentation normale sur feuilles jeunes de Blé. Peut-être faut-il comparer ce résultat à celui qu'obtient HAGEN (1950) sur *Chrysopa californica* COQU. en ajoutant au miel un hydrolysate de levure qui contient 70 p. 100 d'azote total dont 60 p. 100 d'azote aminé ainsi que les vitamines du complexe B. La croissance et la prolifération des Thrips semble être favorisées par des plantes de faible teneur en azote total (WITTWER et HASEMAN, 1945).

SMITH et NORTHOTT (1951) utilisent des cultures de Blé sur milieu nutritif artificiellement enrichi en azote pour obtenir un accroissement de fécondité de *Melanoplus mexicanus mexicanus* SAUSS. CHAUVIN (1949) attribue aux stéroïdes l'action d'une substance chimique parfaitement définie, à faible dose, sur le taux de reproduction d'un autre Orthoptère, *Blattella germanica* L.

Ainsi donc plusieurs auteurs en offrant aux Insectes une ration alimentaire enrichie en certains constituants tantôt par un supplément chimique, tantôt par les modifications physiologiques subies par la plante-hôte ou l'aliment, ont cherché à déterminer la valeur de ces constituants vis-à-vis de la fonction reproductrice et de la fécondité.

Dans tous les cas, le chercheur s'est efforcé de conduire parallèlement les essais biologiques et l'analyse chimique sans se référer d'une manière excessive à la documentation fournie par la physiologie végétale. En effet, nous avons eu l'occasion de le souligner, l'analyse révèle des variations considérables, pour une forme variétale donnée, liées aux conditions de croissance de la plante en fonction des facteurs édaphiques et climatiques.

Ces variations présentent une telle amplitude (et les indices de fécondité obtenus d'une année sur l'autre le reflètent bien) qu'il est difficile de comparer entre eux les résultats des essais biologiques qui n'ont pas été réalisés à la même date, ni avec les plantes de même variété et de même culture : on ne peut que comparer le sens des variations.

#### a) Cas des constituants azotés.

Il en résulte, qu'en multipliant les répétitions d'essais comme nous l'avons fait pendant dix années consécutives, on enregistre quelques variations de sens opposés. Dans le cas de la ration prothique il semble qu'il y ait un *besoin quantitatif minimum* au-dessus duquel tout supplément est peu efficace sur la fonction ovogénétique. Peut-être l'Insecte

réduit-il lui-même sa ration comme semblerait en témoigner les deux expériences suivantes :

Après un contrôle préalable, des lots de 10 femelles sont nourris pendant 8 jours avec des feuilles jeunes Ackersegen supplémentées soit avec du glucose, soit avec de la caséine :

	Lot témoin	L. suppl. gluc.	L. suppl. caséine
Indice fécond. contrôle préalable	14,3 œufs	18,2 œufs	20,9 œufs
Période d'essai :			
— ponte totale.....	1163 œufs	1402 œufs	1197 œufs
— fem. pondant.....	8	10	10
— indice fécond.....	16,2 œufs	17,5 œufs	13,3 œufs
— indice consommation	330 mm <sup>2</sup>	327 mm <sup>2</sup>	262 mm <sup>2</sup>
Indice fécond. contrôle post-expérimental.....	11,5 œufs	10,6 œufs	12,4 œufs

(1)

La réduction de surface consommée a été enregistrée dans un autre essai prévu pour doser la différence entre deux lots pendant 48 heures. La feuille du lot témoin représente une teneur de 0,158 mg d'azote par cm<sup>2</sup> tandis que la feuille supplémentée en représente 0,240 ; les surfaces consommées ayant été respectivement de 52,6 cm<sup>2</sup> et de 43,7 cm<sup>2</sup>, la quantité d'azote ingérée a été cependant plus forte (10,49 mg) dans le deuxième lot ayant consommé 43,7 cm<sup>2</sup> de feuilles supplémentées que dans le premier lot (8,31 mg).

On peut évidemment penser que le besoin quantitatif d'azote est insuffisant pour caractériser les effets sur la fécondité et que, selon les conceptions de la physiologie générale (TERROINE, 1936) il soit nécessaire de prendre en considération les formes qualitatives de l'azote, comme cela a été fait pour l'étude de la croissance chez quelques Insectes (JERRE, L. NOLAND et al. 1951, LAFON, 1951, de GROOT, 1952...).

C'est dans ce but que nous avons envisagé de réaliser certains essais biologiques avec des mélanges de divers acides aminés parmi lesquels figuraient : glycine, leucine, acide glutamique, acide aspartique, *tyrosine*, alanine, arginine, *histidine*, tryptophane, cystine ; la tyrosine et l'*histidine* seraient présents dans les jeunes pousses de Pomme de terre tandis que la leucine serait caractéristique des jeunes plantes étiolées (in WATTIEZ et STERNON, 1942).

Nous devons à l'obligeance de M. LÉFEBVRE, du Laboratoire des plantes fourragères de l'I.N.R.A. à Rouen, la caractérisation chromatographique sur papier, des acides aminés libres présents dans trois échantillons de feuilles de la variété Bintje ; nous la donnons à titre indicatif car les acides aminés caractérisés ne représentent que les formes de transport de l'azote aminé et leur présence est fonction à la fois des conditions de nutrition et des phénomènes de croissance du végétal.

(1) Il s'agit de l'indice brut qui ne tient pas compte du supplément évalué dans le second essai qui permet de comparer les quantités réelles d'azote ingérées.

**Feuilles jeunes :** acide glutamique (et glutamine), acide aspartique (et asparagine), sérine, glycine, cystine, 1 indéterminé ;

**Feuilles vieilles :** acide glutamique (et glutamine), acide aspartique (et asparagine), phénylalanine, leucine, isoleucine, tryptophane, valine, méthionine, tyrosine, proline, glycine, lysine, cystine, 2 indéterminés ;

**Feuilles étiolées :** acide glutamique (et glutamine), acide aspartique (et asparagine), phénylalanine, leucine, valine, méthionine, sérine, glycine, cystine.

### b) Cas des constituants glucidiques.

La diversité des résultats obtenus nous oblige à reconsidérer le rôle modérateur que nous avons attribué au glucose ; cependant il est incontestable que dans beaucoup de cas (feuilles de 17 h « Osbote » virosée...) où les dosages indiquent une augmentation du rapport C/N, et, par conséquent des glucides, nous constatons une diminution de l'indice de fécondité. Nous pensons donc, qu'en raison de leur destinée et de leur plasticité métaboliques, l'effet indirect des glucides alimentaires sur la fécondité du Doryphore dépend essentiellement de l'intensité des besoins énergétiques de l'Insecte.

En d'autres termes, comme l'a très clairement exprimé KOZHANTSHIKOV (1938), les besoins en glucides sont intenses pendant la période de maturation des gonades soit que ces constituants soient transformés en graisses pour favoriser la vitellogénèse, soit qu'il y ait une utilisation directe pour répondre à l'activité souvent intense que manifeste l'Insecte pendant cette période.

Nous avons constaté qu'avant la diapause, à un moment où les réserves lipidiques croissent comme nous le verrons plus loin, tout supplément de glucose apporté à la ration alimentaire naturelle correspond à un enrichissement de l'organisme de l'Insecte en glycogène, tandis qu'une alimentation naturelle plus riche en glucides totaux (feuilles jeunes par rapport à feuilles vieilles) correspond à un enrichissement en glucides totaux mais pas en glycogène chez l'Insecte :

Alimentation 4 jours sur						
	Feuille vieille		Feuille jeune		F. jeune + glucose	
	a	b	a	b	a	b
Glycogène .....	0,5	60 γ	0,5	80 γ	0,9	150 γ
Sucres totaux .....	4,5	490 γ	9,7	1 500 γ	14,1	2 150 γ
Saccharose .....	0,8	78 γ	4,3	660 γ	9,7	1 315 γ
Fructose .....	1,5	172 γ	2,4	380 γ	2,7	415 γ
Glucose .....	2,2	240 γ	3,0	400 γ	3,7	420 γ

a = en p. 1000 de poids frais ; b = par unité d'aliment

L'assimilation est moins intense chez les imagos en période reproductrice ; cependant on retrouve sous forme de glycogène dans les œufs une partie des sucres apportés en supplément à la ration ainsi qu'il ressort des analyses de la ponte totale de 20 femelles nourries avec :

	F. jeunes bintje	F. j. + glucose
Quantité d'œufs.....	497 œufs	307 œufs
Poids total frais des œufs.....	304,5 mg	170 mg
Poids frais d'un œuf.....	0,61 mg	0,55 mg
Glycogène en p. 1000 de p. frais.....	12,3	17,6
Glucose.....	3,5	4,0
Fructose.....	0	0

Nous pensons que le Doryphore doit être exigeant en glucides pendant la période de maturation, mais qu'il doit généralement trouver une ration satisfaisante dans son aliment normal au moment de la période reproductrice et de ponte si ses réserves lipidiques sont suffisantes.

Une partie des sucres doit être transformée en graisses comme l'ont bien mis en évidence FULTON et CHAMBERLIN (1934) chez *Eutettix tenellus* BAKER nourri sur un régime exclusivement constitué d'une solution de 1,5 p. 100 de glucose et de 1,5 p. 100 de fructose : le surplus est immédiatement utilisé par les différentes fonctions de l'organisme et peut-être au détriment de l'une d'entre elles. On s'expliquerait ainsi certaines grandes activités cinesthésiques de l'Insecte tels que les déplacements par marche et par vol, limitant ainsi indirectement l'activité reproductrice. Ces activités représentent une énorme dépense énergétique caractérisée par la diminution considérable de graisses totales de l'organisme après la dispersion printanière chez *Eutettix tenellus* (FULTON et ROMNEY, 1940) et la migration de *Danaus plexippus* FAB. (BEALL, 1948).

Un excès de glucose alimentaire pourrait être accumulé sous forme de glycogène en particulier dans les œufs, sans qu'il y ait nécessairement accroissement de la fécondité comme l'indique le tableau précédent. Cette surcharge apporterait, dans la fonction ovogénétique, un trouble du type de celui que nous avons caractérisé dans les examens anatomohistologiques que nous rapporterons au chapitre suivant.

## CHAPITRE III

**VARIATION DE LA FÉCONDITÉ DU DORYPHORE EN FONCTION DE LA RICHESSE DE L'ALIMENT EN LIPIDES CHOLINIQUES**

Depuis les études de MAYER et SCHAEFER (1913) et de H. F. TERROINE (1919) sur les lipoides animaux (sur les « éléments constants » de l'organisme) puis celles de E. KAHANE et J. LEVY (1939) sur les lipides choliniques, peu de travaux ont été consacrés à l'étude de ces substances chez les Invertébrés.

Par contre de nombreux auteurs ont étudié les matières lipidiques de réserve (les « éléments variables » de TERROINE) chez les Insectes (voir l'étude générale de TIMON-DAVID, 1930, les recherches de A. DRILHON, 1931, et la revue de SCOGGIN et TAUBER, 1950). En particulier, R. G. BRUNEL et A. DRILHON (1937) ont étudié les variations des acides gras totaux et des insaponifiables chez l'imago de *Leptinotarsa decemlineata* SAY.

Chez cet Insecte notre attention a été retenue par les variations de la teneur en lipides choliniques de l'animal et de son aliment la Pomme de terre (DUCET et GRISON, 1948). L'intérêt de ces variations réside, semble-t-il, dans l'action des lécithines sur la fécondité du Doryphore (GRISON, 1948).

Rappelons à ce sujet que, dans certains essais biologiques où il était offert à des femelles des feuilles de Pomme de terre « supplémentées » avec des émulsions à 2 p. 100 de lécithines du commerce, il était constaté une augmentation de la fécondité des insectes (GRISON, 1952).

Avant de rapporter ces recherches biologiques il est nécessaire d'étudier d'abord comment évoluent les teneurs en lipides choliniques à la fois chez l'Insecte et chez sa plante-hôte <sup>(1)</sup> et de compléter ainsi par la prise en considération de certaines substances lipidiques les données concernant les matières azotées et glucidiques relatées au chapitre précédent.

**I. — ÉVOLUTION DES SUBSTANCES CHOLINIQUES CHEZ LE DORYPHORE**

Les premiers dosages effectués chez le Doryphore indiquaient une richesse appréciable de cet animal en substances choliniques puisque les chiffres obtenus sont comparables à ceux fournis par l'analyse des tissus de *Patella vulgata* considérés par E. KAHANE et J. LEVY (1939) comme

<sup>(1)</sup> Ce travail fait l'objet d'une étude spéciale (DUCET, GRISON et KAHANE, *Arch. Sc. Physic.* 1957, Vol XI, p. 57-68) et il a été réalisé, en ce qui concerne les dosages biochimiques, par E. KAHANE et ses collaborateurs auxquels nous exprimons notre plus vive et plus cordiale reconnaissance.

matériel de premier choix. Sur cet animal, J. ETIENNE-PETITFILS (1953) a suivi les variations saisonnières des lipides choliniques comme nous nous proposons de le faire ici sur le Doryphore.

La technique de dosage employée a été la même que celle décrite à cette occasion par ce dernier auteur.

Les dosages ont porté sur différents dérivés de la choline représentés dans les lécithines et en particulier sur son précurseur hydrosoluble appelé choline hydrosoluble combinée ou « C.H.C. » par KAHANE et J. LÉVY (1930) et sur la choline hydrosoluble totale ou « C.H.T. » ainsi que sur la choline libre (M. DIAMENT, 1953). Les plus grandes différences obtenues semblent porter sur cette dernière en sorte que les variations constatées de la C.H.T. (C.H.C. + C.L.) enregistrent celles de la choline libre. Mais nous ne retiendrons que les variations de la *choline totale*, « C.T. », en mg par gramme de matière fraîche, dans laquelle figure, outre la C.H.T., la choline lipidique liée aux lécithines et dosée par la méthode à l'enneaïdure après attaque nitrique des tissus des animaux broyés.

*Résultats des dosages de choline totale en mg par g  
de poids frais de l'animal total chez le Doryphore.*

Stade évolutif	Femelle	Mâle	Remarque biologique	Date
Oeuf .....	1,030			Printemps 1947
— .....	1,410			Juin 1949
Larve 1 <sup>er</sup> âge .....	0,720			16 juillet 1953
— 2 <sup>e</sup> — .....	0,570			—
— 3 <sup>e</sup> — .....	0,560			—
— 4 <sup>e</sup> — .....	0,564			16 septembre 1953
	0,672			—
	0,610			5 juillet 1954
Nymphe .....	0,590			26 juillet 1954
Imago prédiapause .....	0,875	0,755	A jeun.	29 juillet 1948
	0,905	—	Après 24 h. aliment.	—
	0,954	0,840		16 sept. 1953
	0,966	0,795		
	0,960	0,915		
	1,180	1,130	En élevage.	4 octobre 1948
	1,235	1,190		22 septembre 1948
Imago en diapause .....	0,830	0,610		28 octobre 1953
	0,790			25 février 1954
	0,590			
	0,510			
	0,490			
	0,432	0,535	Fin hibernation.	2 mars 1948
Phase reproductrice .....	1,030	0,870	Début ponte.	1 <sup>er</sup> juin 1954
	1,290	0,980	Ponte.	15 juin 1954
	1,040	0,780	Ponte.	5 juillet 1954
	1,250	1,070	Fin ponte.	26 juillet 1954
	0,350	—	Prémortalité.	31 juillet 1954
	1,540	1,380	Élevages.	25 mars 1954
	1,450	1,220	—	26 juillet 1948
	1,120	0,990	—	25 mars 1954
	0,780	—	Derniers insectes dans la nature.	13 août 1954

Les échantillons soumis à l'analyse étaient constitués par des lots de plusieurs Doryphores mâles ou femelles représentant quelques grammes de matière fraîche vivante et fixés par immersion instantanée dans l'eau bouillante.

Nous nous sommes efforcés de recueillir ces insectes dans des conditions aussi analogues que possible durant plusieurs années et en particulier de les recueillir après consommation de feuillage jeune ou adulte de l'une des deux variétés de Pomme de terre « Bintje » ou « Ackersegen ».

Bien qu'intéressé essentiellement par l'étude de la choline totale chez l'imagino nous avons également dosé celle-ci dans les œufs et dans la larve à ses différents stades. Chez l'imagino nous avons suivi les variations de la teneur en C.T. au cours de son existence considérée en trois phases biologiques distinctes (voir chapitre I).

Nous avons rassemblé dans le tableau précédent les résultats obtenus sur les différents stades évolutifs de *L. decemlineata* et, compte tenu des conditions biologiques les plus analogues, nous avons établi avec certains d'entre eux le graphique ci-contre (fig. 12).

Il ressort de ces résultats : d'abord que la choline, sous toutes ses formes, est constamment en plus grande quantité chez les femelles que chez les mâles ; ensuite, qu'elle subit des variations très importantes au cours de l'évolution de l'Insecte puisque la teneur peut être modifiée de 1 à 3 et que *c'est en période reproductrice que l'animal est le plus riche en choline totale*. Notons que BURNEL avait observé une plus grande richesse en lipides totaux pendant la période de maturation avant la diapause, ce qui semble marquer des fonctions métaboliques bien distinctes entre les deux grandes catégories de lipides (voir graphique). En outre, c'est le mâle qui est le plus riche en acides gras totaux contrairement à ce qui a lieu pour la choline totale.

## II. — ÉVOLUTION CHEZ LA POMME DE TERRE

Dans une note déjà citée, nous avons donné les résultats de quelques dosages (en mg de C.T. par g de matière fraîche) effectués dans des feuilles jeunes terminales ainsi que dans des feuilles vieilles de la base des tiges de deux variétés de Pomme de terre :

Variété	Feuilles jeunes	Feuilles vieilles
	—	—
Bintje.....	0,368	0,116
Ackersegen.....	0,245	0,156

Avant de procéder à l'étude de corrélations entre la fécondité des Doryphores et la teneur en substances choliniques du feuillage dont se nourrissent les insectes, nous avons envisagé de suivre, au cours de la

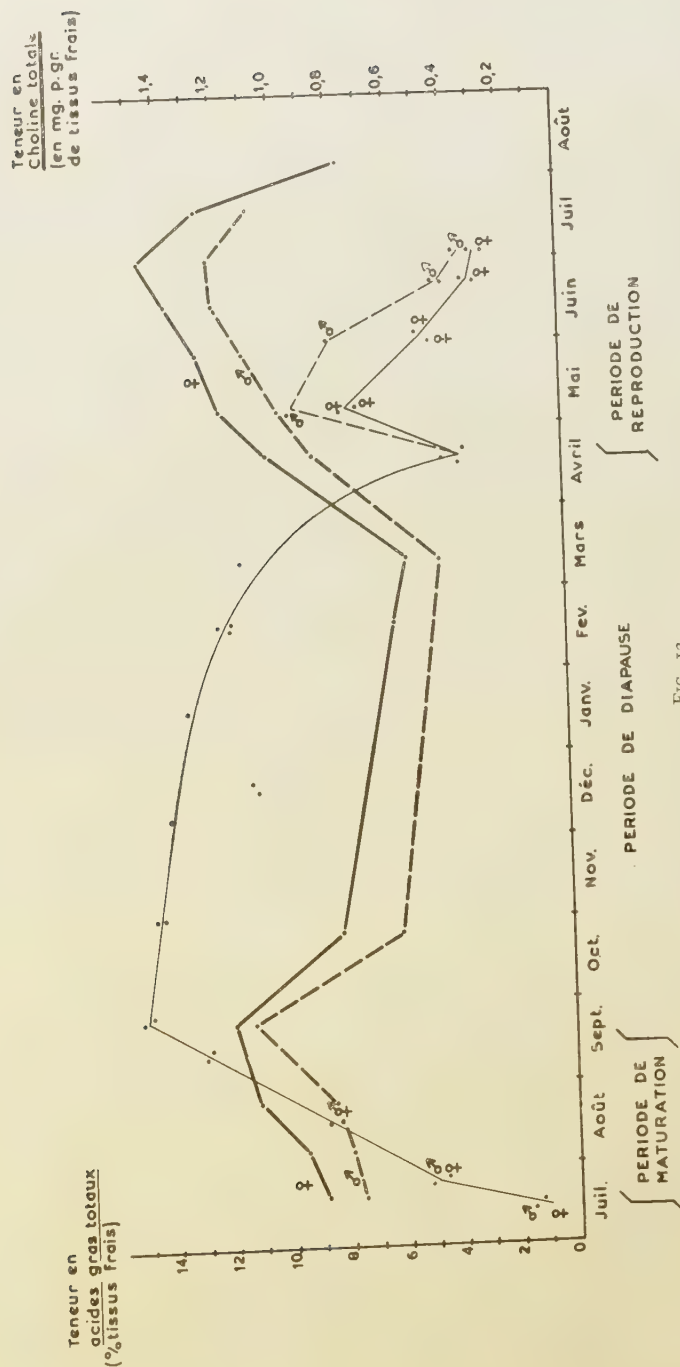


FIG. 12.

Variation de la teneur en choline totale (traits épais) de *L. decemlineata* au cours de sa vie imaginale comparée à la teneur en acides gras totaux (traits fins) établie par BUSNEL.

croissance du végétal, l'évolution de la teneur en choline totale dans certaines feuilles de la variété Bintje plantée le 28 avril et levée le 11 mai.

Dans ce but nous avons étiqueté une semaine après la levée des feuilles de cinquième position à partir du bourgeon terminal et en quantité suffisante pour en effectuer un prélèvement de cinq unités chaque semaine. Celles-ci étaient pesées fraîches avant d'être fixées pour l'analyse tandis qu'un deuxième échantillon était utilisé pour l'évaluation de la teneur en eau.

Les résultats obtenus sont les suivants :

Dates	Matière sèche	Choline obtenue
19 mai 1954.....	11,2 %	0,210 mg/g.
26 mai.....	12,7	0,175
2 juin.....	10,7	0,168
9 juin.....	10,2	0,119
16 juin (début floraison).....	9,4	0,079
23 juin.....	9,8	0,096
30 juin.....	13,3	0,037
7 juillet.....	10,2	0,090
21 juillet (début fanaison).....	11,7	0,036
4 août.....	13,2	0,070

À cette dernière date la plus grande partie du feuillage était fanée à la suite d'une attaque de mildiou et nous avons dû choisir à la base des plantes des feuilles non étiquetées mais encore turgescents. Ainsi donc, comme l'a montré DUCET pour le Soja (1949), la teneur en substances choliniques des tissus végétaux, et notamment du parenchyme foliaire, diminue progressivement au cours de leur maturation et de leur vieillissement (fig. 13).

Il convient cependant de remarquer que les organes jeunes et en voie de croissance conservent toujours une teneur relativement élevée en choline totale quel que soit l'âge du végétal puisque les dosages effectués à deux dates différentes sur des prélèvements de feuilles jeunes de la même plantation de « Bintje » ont donné :

le 9 juin.....	0,274 mg de C. T. p. gr.
le 4 août.....	0,200 " " "

### III. — VARIATION DE LA TENEUR DES INSECTES EN FONCTION DE LA RICHESSE DE L'ALIMENT EN SUBSTANCES CHOLINIQUES

Des Doryphores adultes, en période de ponte, ont été nourris avec des feuilles de la variété « Ackersegen » contenant 0,176 mg de choline par gramme, et supplémentées avec une émulsion aqueuse de lécithine dosant 3,66 mg de choline totale par centimètre cube. Après deux jours d'alimentation, 56 femelles ont consommé approximativement 16 grammes de feuillage frais, représentant environ 2,52 mg de lécithine et en outre 1,72 mg de lécithine de l'émulsion. Après cette ali-

mentation, la teneur des Insectes en choline totale était de 1,720 mg pour 1 gramme (0,290 par individu) chez les femelles et 1,440 pour 1 gramme (0,176 par individu) chez les mâles ; tandis que la teneur des insectes témoins était de 1,450 mg/g (0,249 par individu) chez les femelles et de 1,220 mg/g (0,166 par individu) chez les mâles.

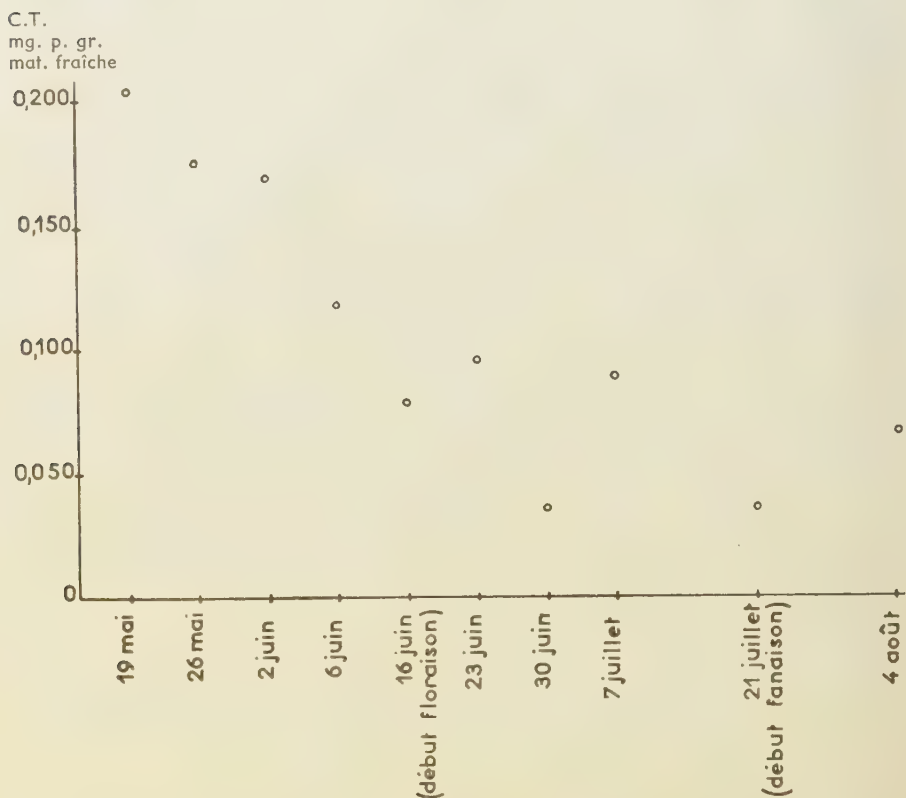


FIG. 13. — Évolution de la choline totale dans le feuillage de la pomme de terre au cours de son développement.

Dans le tableau ci-dessous nous donnons d'autres exemples de cette rétention cholinique par l'Insecte :

	C.T. p. 1 000	C. T. p. I. indiv
octobre 1948 = 16 ♀♀ avec feuille vieille .....	1,180	0,160
octobre 1948 = 16 ♀♀ avec feuille vieille + lécithine 1 %.	1,210	0,179
octobre 1948 = 27 ♂♂ avec feuille vieille .....	1,130	0,136
octobre 1948 = 27 ♂♂ avec feuille vieille + lécithine 1 %.	1,200	0,154
mars 1954 = 4 ♀♀ avec feuille étiolée .....	1,120	
mars 1954 = 7 ♀♀ avec feuille étiolée + lécithine 2 % .....	1,270	
mars 1954 = 6 ♂♂ avec feuille étiolée .....	0,990	
mars 1954 = 5 ♂♂ avec feuille étiolée + lécithine 2 % .....	1,050	
juin 1954 = 7 ♀♀ avec feuille vieille Ackersegen .....	1,035	0,170
juin 1954 = 10 ♀♀ avec feuille vieille Ackersegen .....	1,200	0,186
juin 1954 = 7 ♀♀ avec feuille vieille Ackersegen + lécithine 2 %	1,050	0,173
juin 1954 = 28 ♀♀ avec feuille vieille Ackersegen + lécithine 2 %	1,370	0,220

Pour mieux nous rendre compte de la possibilité d'assimilation par l'Insecte des substances choliniques contenues dans l'aliment végétal, nous avons essayé d'établir un « bilan cholinique » en procédant de la façon suivante : 20 insectes à jeun de même sexe sont nourris pendant 24 heures sur un aliment connu et sont pesés avant et après l'alimentation, puis fixés ; leurs excréta sont recueillis, pesés et fixés ; la teneur en choline totale de l'aliment offert et des insectes à jeun est déterminée sur des échantillons témoins ; celle de l'aliment consommé est évaluée par différence entre le chiffre précédent et le chiffre obtenu par dosage dans le feuillage non consommé après 24 heures en tenant compte de la perte d'eau pendant ce délai.

Avec des imagos après la mue imaginale, et dosant 0,500 mg de C.T. par gramme, placés en expérience à une température constante de 25° C nous obtenons dans un premier essai :

— les 20 insectes pèsent 1,909 g avant l'expérience représentant  $0,500 \times 1,909 = 0,950$  mg C.T. ;

— après 24 heures leur poids est 1 g 990 et leur teneur 0,730 mg C.T. p. g soit au total  $0,730 \times 1,990 = 1,450$  mg C.T. ; d'où un gain cholinique de  $1,450 - 0,950 = 0,500$  mg C.T. ;

— les 6 g 514 d'aliment offert ont perdu 4,6 p. 100 d'eau en 24 heures ; ils représentent donc en fin d'expérience 6 g 215 : la consommation fut de  $6,215 - 4,115 = 2$  g 100 de matière fraîche ;

— cet aliment ingéré, ayant une teneur moyenne de 0,076 mg C.T. p. g, représente un équivalent de 0,160 mg de choline totale retenue par le lot de Doryphores après l'expérience.

Dans un deuxième essai :

— 19 individus ont une teneur de 0,910 mg de C.T. avant l'expérience puis  $0 \text{ mg } 590 \times 1,1915 = 1 \text{ mg } 130$  de C.T. après 24 heures d'alimentation ; soit un gain cholinique de 0,220 mg C.T. ;

— en tenant compte de la perte d'eau pendant 24 heures, la consommation de feuillage fut de 11 g 253 — 10,028 soit 1 g 230 ; ce qui représente, pour une teneur moyenne de 0,178 mg et p. g, un équivalent de 0,219 mg C.T. retenue par ce deuxième lot de Doryphores.

Dans les deux cas il semble donc que la presque totalité des substances choliniques contenues dans l'aliment ingéré par l'Insecte, ait été retenue par l'organisme de celui-ci puisque l'on constate un gain cholinique et que, d'autre part, il n'y ait pas eu de traces dosables de choline totale dans les excréta.

Mais ces dosages se rapportent à des Insectes en période de maturation dont les besoins sont très différents de ceux qui nous intéressent en période reproductrice (GRISON et ROEMICH, 1946). Aussi retiendrons-nous les résultats d'un essai antérieur où il fut offert un aliment constitué de feuilles jeunes de Bintje à un lot témoin de 25 Insectes après émer-

gence printanière et un aliment identique supplémenté en lécithines dans un second lot de 44 individus (24 ♀ et 20 ♂). L'aliment supplémenté représente 0,0628 mg de C.T. p. g de matière fraîche et la consommation ayant été de 4,075 g, la substance cholinique ingérée est de 0,256 mg ; il a été recueilli 1,630 g d'excreta soit, à raison de 0,0737 mg de C.T. p. g de matière fraîche, 0,120 mg de substances choliniques. La rétention de celles-ci est ici moins complète que dans les cas précédents, mais elle reste encore très importante puisqu'elle est de  $\frac{(0,256 - 0,120) \cdot 100}{0,256} = 53 \text{ p. } 100$ .

Nous pouvons avancer l'hypothèse que les suppléments apportés sous formes de lécithines du commerce (lécithines d'œuf ou de soja) n'ont pas la même valeur nutritive que les substances choliniques trouvées dans le feuillage de Pomme de terre et que les formes d'utilisation de ces substances diffèrent probablement selon la phase évolutive de l'imago.

#### IV. — INFLUENCE DE LA RICHESSE DE L'ALIMENT EN LIPIDES PHOSPHATIDIQUES SUR LA FÉCONDITÉ DU DORYPHORE

##### a) Richesse naturelle de l'aliment et influence variétale.

Nous avons fait remarquer l'importance et la constance de la variation de la teneur du feuillage en lipides choliniques selon son état de croissance. La plupart des épreuves biologiques n'ont pu être complétées par des dosages chimiques mais, lorsque cela a été réalisé, nous avons constaté l'existence de corrélations assez nettes.

Ainsi, au moment où se poursuivait, du 27 juillet au 14 août 1954, une épreuve en conditions ambiantes optima avec du feuillage jeune ou du feuillage âgé ou encore du feuillage étiole de « Bintje » comme aliments de référence, l'analyse de ces mêmes feuillages était préparée le 2 août à la fois par fixation du matériel végétal au moment de la cueillette et par fixation après trempage des pétioles dans l'eau pendant 24 heures. Nous pouvions nous rendre compte, par cette dernière analyse, des modifications chimiques éventuelles subies par l'aliment au cours de l'épreuve biologique. Nous rassemblons dans le tableau suivant les résultats biologiques et chimiques :

Aliment (var. Bintje)	Ponte totale	femelles fécondes	Indice fécond.	Choline totale pp. 1000		C. T. le 25 VII
				à la cueill.	après 24 h.	
f. jeune 9 h.....	2038 œufs	9/9	14,8 œ	0,167	0,204	0,390
f. jeune 17 h.....	0 œufs	0/9	0,0	0,099	0,111	0,070
f. étiolée 17 h.....	177	2/10	1,4	—	0,077	0,100

Dans une autre épreuve, déjà citée au chapitre II, du 14 au 23 Juin, la comparaison des deux catégories de résultats est

Aliment (Bintje)	Ponte totale	femelles fécondes	Indice fécondité	Choline totale
f. jeune 9 h.....	2673 œ	10/10	26,7 œ	0,274
f. jeune 17 h.....	2105 —	9/10	22,6	
f. âgée 9 h.....	781 —	9/10	7,8	0,079
f. âgée 17 h.....	859 —	8/10	8,6	

Il est à remarquer que, du point de vue de la teneur en choline totale, il ne paraît pas y avoir de différence appréciable entre les échantillons de feuilles âgée et étiolée considérés ici ; alors que, du point de vue de la teneur en glucides et par conséquent du rapport C/N, ces matériaux végétaux sont tout à fait dissemblables.

La corrélation la plus significative entre richesse de l'aliment en lipides choliniques et fécondité du Doryphore a été établie à l'occasion d'une étude comparative des qualités nutritives du feuillage de diverses variétés de Pomme de terre ; selon la technique habituelle des lots de femelles sont placés en présence de feuilles jeunes d'une variété donnée du 18 mai au 6 juin 1954 ; puis pendant une deuxième période du 8 au 26 juin, ces lots sont maintenus sur le même aliment de chacune des six variétés « Ackersegen », « Bintje », « BF 15 », « Institut de Beauvais », « Voran » et « Saskia » tandis que trois autres lots nourris avec les trois premières variétés reçoivent des feuilles âgées :

Variétés	Epreuve 1954 : ind. fécond.			Chol. tot. (1954)	Epr. 1953 : ind. féc.	
	I <sup>e</sup> période (F. J.)	II <sup>e</sup> période			I <sup>e</sup> pér. (12 j) FJ	II <sup>e</sup> p. (11 j) FV
		(FJ)	(FV)			
Ackersegen.....	14,3	11,6		FJ = 0,306	15,8	2,2
Ackersegen.....	12,2		4,0	FV = 0,097		
Bintje .....	6,9	7,8		FJ = 0,274	7,2	0,3
Bintje .....	14,7		0,9	FV = 0,096		
BF15 .....	8,1	4,2		FJ = 0,203	7,9	2,9
BF15 .....	10,2		0,8	FV = 0,090		
I. Beauvais .....	7,5	3,7		FV = 0,090	5,3	1,6
Voran .....	7,5	4,6		FJ = 0,205	7,5	0,9
Saskia .....	6,7	2,0		FJ = 0,137	12,3	0,5

Les graphiques de la figure 14 illustrent la corrélation entre indices de fécondité et choline totale tandis qu'il n'y a aucune relation significative avec le rapport C/N.

L'analyse statistique permet de préciser également l'existence d'un degré de signification très élevé entre feuilles jeunes et âgées dans une même période ( $F = 9,88$  pour 1 24 degrés de liberté) ou après covariance entre les périodes ( $F = 11,86$ ) ; tandis qu'elle ne décelé pas de différence significative entre les variétés. Pour cette raison, nous ne tenons

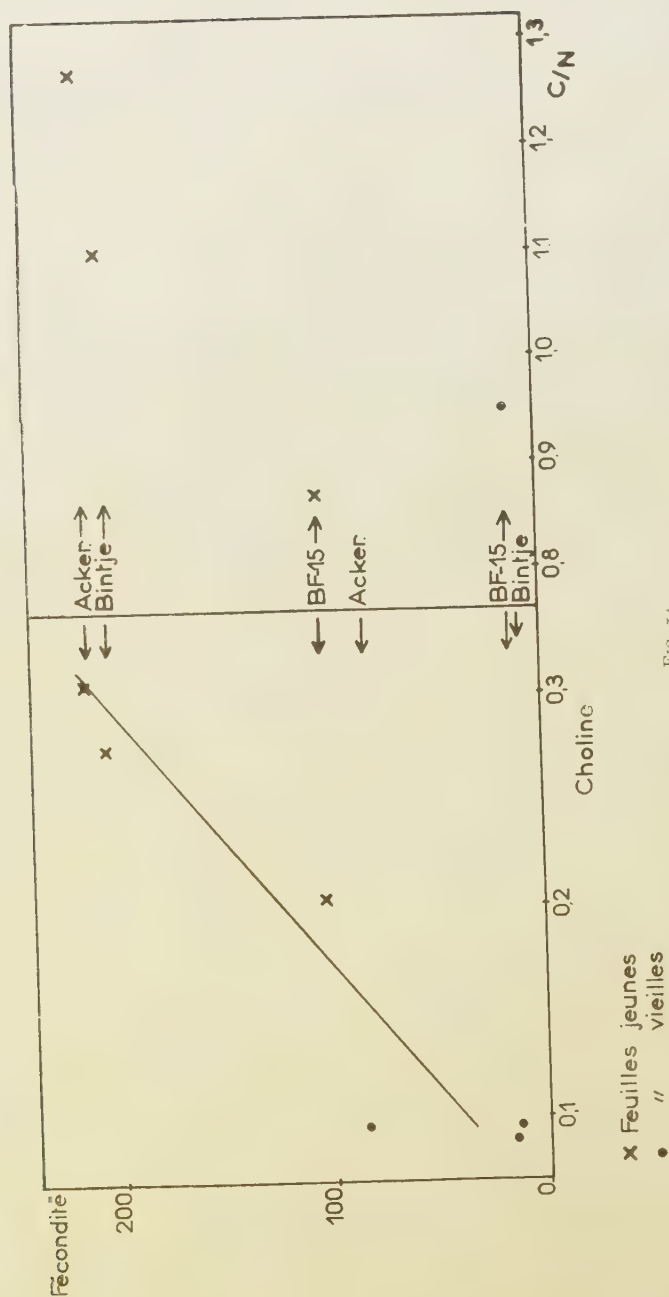


FIG. 14.

Corrélation entre indice de fécondité et teneur de l'aliment en choline totale (à gauche) et relations non significatives entre ce même indice et le rapport C/N chez l'aliment (à droite).

pas compte des résultats des épreuves conduites chaque année avec diverses variétés de Pomme de terre, sauf pour celle de 1953 qui montre une fois de plus l'influence des feuilles jeunes ou âgées sur la fécondité du Doryphore.

### *b) Essais avec aliments supplémentés avec des lécithines.*

Nous avons décrit précédemment la technique d'application de cette méthode expérimentale. Toutefois il convient de préciser que les lécithines d'œuf du commerce ou les lécithines du soja et pure qui nous étaient fournies respectivement par M. G. DUCET de Versailles et M<sup>lle</sup> FAURE de l'Institut Pasteur, étaient mises en émulsions en versant d'abord une goutte d'alcool 70° puis en ajoutant progressivement goutte à goutte l'eau ou une solution physiologique (MAYER et TERROINE, 1907). Cette manipulation fut faite au mortier puis au mixeur pendant deux années ; devant l'insuccès constant des épreuves faites avec cette dernière préparation, nous avons pensé à la possibilité d'une destruction thermolabile de certains constituants choliniques et nous avons effectué, notamment en 1955, la comparaison systématique des émulsions préparées au mortier et au mixeur.

En ce qui concerne les quantités de substances lécithiniques ajoutées sur l'aliment, nous avons évalué que la concentration optimum de l'émulsion devait être à 2 p. 100 de lécithines et celle-ci, épandue sur une feuille vieille d'Ackersegen naturellement déficiente, permet d'obtenir un aliment dont la teneur en choline totale p. 1 000, déterminée après dosage, est de 0,413, 0,399 et 0,381 dans trois cas différents.

Au cours des chapitres précédents, nous avons indiqué que nous devons tenir compte à la fois de la quantité d'aliment consommé et de la variabilité individuelle dans l'appréciation de la fécondité globale des animaux. De nombreux essais, pour une raison de méthode, n'ont donc qu'une signification relative et nous en limiterons la citation. Cependant si les résultats n'ont pas été toujours satisfaisants, nous n'avons jamais obtenu de variation négative comme dans certains essais avec le glucose et les différences biologiques constatées assez fréquemment sont plus caractéristiques, sinon plus significatives, qu'avec les suppléments azotés.

### **Expérience A**

Du 9 au 30 juillet 1948, trois lots de 5 femelles reçoivent une ration supplémentée en lécithines émulsionnées en solution physiologique (phosphates de magnésium et de calcium). Dans les trois cas, 1 femelle ne pond pas et la consommation est inférieure à celle du témoin (50 à 80 p. 100) mais l'indice de fécondité se maintient ou s'accroît.

### Expérience B

Dans les essais de 1949 rapportés ailleurs (GRISON, 1952), les différences observées restent aussi caractéristiques si l'on ajoute l'indice de consommation :

Aliment	Ponte tot.	fem. féc.	Fécondité p. fem. féc.	Indice fécond.	Indice consom.
Feuilles jeunes.	697 œufs	5/5	139 œufs	3,5	100
F vieilles....	122 —	3/10	40 —	0,6	72 %
FV + lécithine.	1891 —	9/10	210 —	5,8	152 —
d° .....	2056 —	9/9	228 —	5,7	170 —
d° .....	1450 —	6/7	242 —	6,1	172 —
FV + amidon.	885 —	10/10	88 —	3,2	168 —
FV + glucose.	257 —	6/9	43 —	1,5	128 —

### Expérience C

La fécondité des femelles est préalablement contrôlée pendant 7 jours sur feuilles jeunes variété Ackersegen (période I) et des lots de 7 individus sont constitués ; dans une II<sup>e</sup> période de 17 jours (du 21 juin au 6 juillet 1949), les insectes reçoivent une alimentation de feuilles vieilles supplémentées en lécithine à différentes concentrations, ces suppléments représentant par cm<sup>2</sup> de feuilles fraîches : 0,010 mg pour la concentration de 0,3 p. 100, 0,062 mg pour celle de 2 p. 100 et 0,150 mg pour celle de 5 p. 100 ; enfin dans une III<sup>e</sup> période de 10 jours (du 7 au 17 juillet) le supplément est ajouté sur des feuilles jeunes ; dans chaque série de concentration on utilise soit des prélèvements de 9 h soit des prélèvements de 17 h :

Contrôle préalable	Supplément conc. lécith.	Période II (F. V.)				Période III (F. J.)			
		P. tot.	♀ féc.	Ind. féc.	Ind. cons. % du tém. 9 h	P. tot.	♀ féc.	Ind. féc.	Ind. cons. % du tém. 9 h.
9,9 œufs	témoin 9 h.	250	4/7	2,2	100	248	5/6	2,9	100
5,1 —	— 17 h.	275	6/7	2,3	82	348	4/7	3,9	105
9,2 —	0,3 % (9 h.)	247	5/7	2,1	80	343	4/7	4,9	125
8,3 —	0,3 % (17 h.)	468	6/7	3,9	80	395	3/5	6,6	120
9,0 —	2 % (9 h.)	575	6/7	5,0	110	285	5/6	5,7	110
9,4 —	2 % (17 h.)	538	7/7	4,7	115	487	6/6	8,1	160
5,6 —	5 % (9 h.)	257	3/7	2,1	75	131	2/6	2,2	60
7,6 —	5 % (17 h.)	412	6/7	3,4	80	234	4/7	3,3	80

La faible augmentation de fécondité pendant la III<sup>e</sup> période par rapport à la II<sup>e</sup> a été expliquée plus haut. Avec un supplément à concentration peu élevée en lécithines il n'y a pas de différence notable ; il en est de même pour la concentration de 5 p. 100 mais dans ce cas la consommation est réduite par rapport à celle des témoins. L'augmentation de la fécondité obtenue avec un supplément de lécithines à la concentration moyenne et normalement ajustée de 2 p. 100, bien que faiblement si-

gnificative compte tenu de la correction des chiffres obtenus par la consommation, est assez constante dans les quatre séries pour les deux lots de femelles considérés.

### Expériences D et E

Considérons le cas de deux grandes séries dont l'une est toujours conduite avec des feuilles jeunes et l'autre avec des feuilles moyennement âgées ; pendant une première période de 9 jours (7 au 16 juin 1952) la fécondité des lots d'insectes est en quelque sorte « étalonnée » sur un aliment simple ; et pendant une période suivante de 9 jours également, il est fourni un supplément sur le même aliment. Pour simplifier les données expérimentales et tenir compte de la consommation nous estimons que le rapport de l'indice de fécondité sur l'indice de consommation représente un *indice de ponte moyenne par femelle et par cm<sup>2</sup> d'aliment consommé* <sup>(1)</sup> ; nous conservons cependant l'indication des chiffres observés du nombre total d'œufs pondus pendant l'essai :

Période I			Période II		
Aliment	Ponte tot.	P.moy.cm <sup>2</sup>	Supplément	Ponte tot.	P.moy.cm <sup>2</sup>
F. jeunes.....	1 044	6,4	Témoin	756	8,5
— .....	1 575	11,7	Glucose	484	7,2
+ glucose .....	1 271	8,4	Témoin	554	9,5
— .....	1 387	8,8	Lécithines	779	10,8
F. âgées.....	281	5,7	Témoin	83	4,4
— .....	387	6,7	Glucose	201	6,8
— .....	484	6,7	Lécith. 2 %	365	7,2
— .....	354	5,1	Lécith (en sol. MgCl <sub>2</sub> )	367	6,9
— .....	418	5,8	Lécith. 5 %	345	7,4

Ici également, sans enregistrer de différences statistiquement significatives, nous constatons une tendance à l'augmentation de la fécondité des femelles lorsqu'on ajoute une émulsion de lécithines et compte tenu de la consommation en particulier dans les séries avec feuilles âgées.

Des constatations analogues sont faites lorsque, à la fin de trois périodes d'essai de l'efficacité d'aliments prélevés sur des plantes de la variété Bintje en cultures sur terreau ou sur limon, ombrée ou non, nous ajoutons les mêmes suppléments biochimiques (voir graphiques individuels des fig. 15) :

Période du 3 au 10 juill. 1953				Période du 11 au 23 juill.			
Prélèvement en	P. tot.	Fem.	Ind. féc.	Supplément	P. tot.	Fem.	Ind. féc.
Limon ombré .....	58	8	0,9	Lécithine	148	4	3,7
Terreau ombré .....	164	8	2,5	—	551	6	7,0
Limon normal .....	71	8	1,0	Glucose	171	6	2,0
Terreau normal.....	369	9	5,1	—	486	9	4,9

(1) LAFON (1956) a calculé l'indice de fécondité par femelle et par cm<sup>2</sup> de la production des œufs.

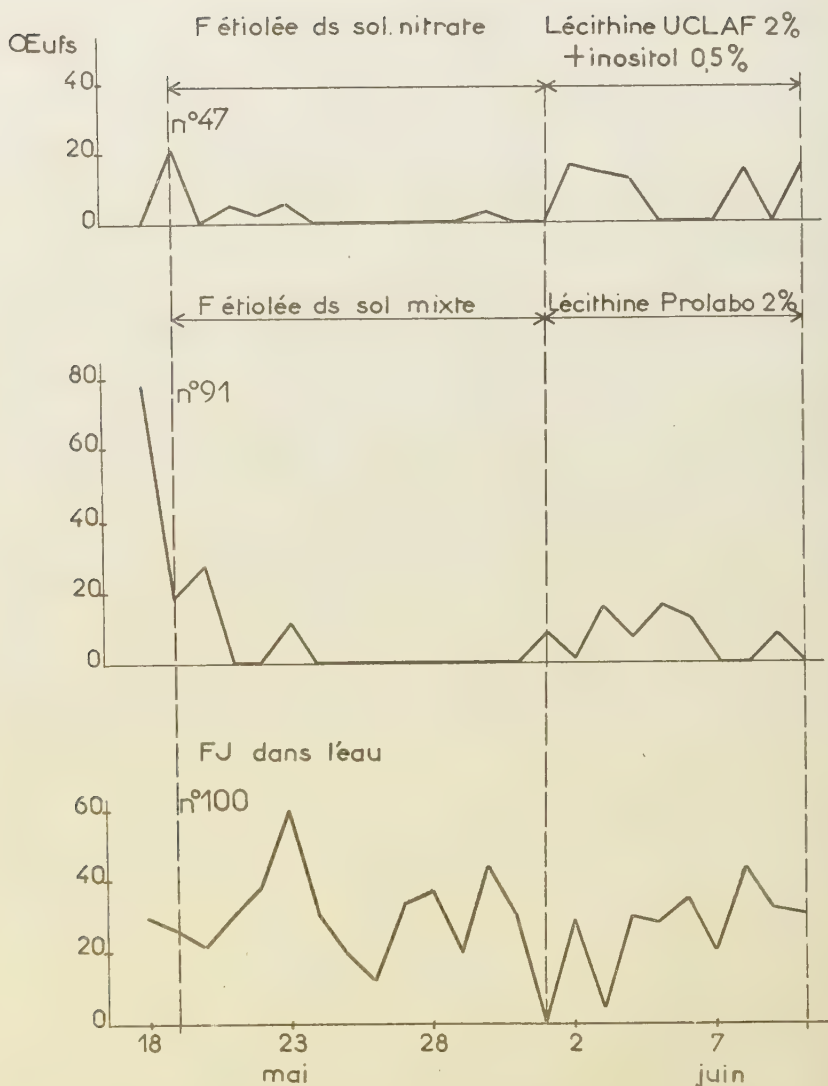


FIG. 15 a. — Ponte quotidienne de 2 individus (n° 47 et 91) montrant un accroissement lorsque la feuille étiolée est supplémentée avec des lécithines. (Voir essais rapportés au chap. II et IIa).

### Expériences F et G

Lorsqu'on remplace comme support la feuille de Pomme de terre par une feuille de Pois non attractive, mais susceptible de fournir une ration indéterminée « d'éléments plastiques », on conserve encore à l'aliment de faibles propriétés ovogénétiques, qu'on y ajoute ou non une

petite quantité de poudre de feuille desséchée (à 100° ou à 105° de l'oven) de terre ; il n'y a d'ailleurs pas de différence dans la consommation ni dans la fécondité des Insectes avec des feuilles de Pomme de terre ou de Pois supplémentées avec de la poudre au moins pendant une période de 6 à 10 jours ainsi qu'il ressort du tableau suivant établi pour des lots de 10 femelles en éliminant la période intermédiaire pendant laquelle le recours à une « tartine » semi-artificielle a provoqué une inappétence

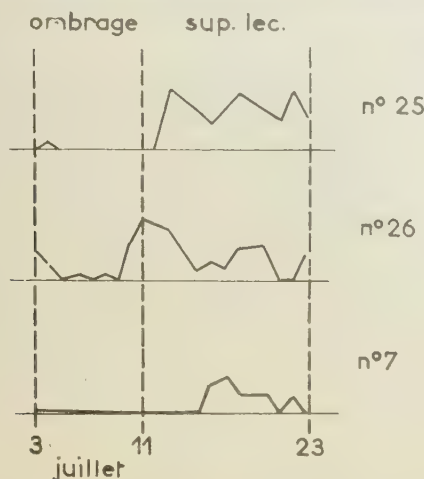


FIG. 15 b. — Ponte quotidienne de 3 individus pendant une période de contrôle (sur feuillage prélevé en culture ombrée) du 3 au 11 juillet puis sur même feuillage supplémenté avec lécithines 2 p. 100 du 11 au 23 juillet 1953.

excessive ; enfin pendant la III<sup>e</sup> période nous effectuons un contrôle sur aliment naturel feuille jeune d'Ackersegen :

Aliment	I <sup>re</sup> période 15-21 Juin 1950			(FJ. sans supplément) III <sup>e</sup> période 29 juin-6 juillet		
	Ponte tot.	Ind. féc.	Ind. cons.	Ponte tot.	Ind. féc.	Ind. cons.
a) FJ. Ackersegen + poudre FJ. ....	122 œufs	2,0	205 mm <sup>2</sup>	274 œufs	3,8	230 mm <sup>2</sup>
b) Pois + d° .....	136 œufs	2,3	205 mm <sup>2</sup>	761 œufs	9,8	350 mm <sup>2</sup>
c) Pois + d° .....	80 œufs	1,3	170 mm <sup>2</sup>	819 œufs	12,7	360 mm <sup>2</sup>
d) Pois + poudre + lécith. 2 % .....	238 œufs	4,0	175 mm <sup>2</sup>	526 œufs	10,9	280 mm <sup>2</sup>

Dans toutes les séries, l'indice de fécondité reste proportionnel à l'indice de consommation sauf pendant la I<sup>re</sup> période dans les séries c et d où, pour une consommation égale, l'indice de fécondité du lot recevant un supplément lécithine est triple de celui du témoin.

Des constatations analogues avaient été obtenues antérieurement, mais sans contrôle de consommation en cherchant à étudier l'effet de

diverses substances biochimiques ; nous donnons les indices de fécondité pour une période d'essai de 10 jours à titre d'indication complémentaire :

A : Pois + poudre de pomme de terre.....	indice = 0,6 œufs
Pois + poudre de pomme de terre + lécithine.	indice = 2,4 —
B : Pois recevant des suppléments préparés dans	
une solution de glycérol à 10 %	
solution glycérolée seule.....	indice = 0,9 —
avec lécithine 2 %.....	indice = 3,3 —
avec levure desséchée 10 %.....	indice = 1,2 —
avec acide nucléique 1 %.....	indice = 1,0 —

### Expériences avec émulsions de lécithines préparées au mortier (lécithine M.) ou au mixeur turmix (lécithine T.).

Toutes ces expériences réalisées en 1955 ont été méthodiquement analysées par M. J. ARNOUX dont nous indiquerons les conclusions sans rapporter les données de l'analyse statistique. D'autre part, nous les relaterons toutes, selon notre méthode de présentation des résultats, pour ne pas choisir entre des expériences tantôt favorables ou tantôt défavorables à l'hypothèse de travail. En raison de la répétition fréquente des essais il n'y a pas eu de contrôle de consommation.

Dans l'une des principales expériences nous avons éprouvé la valeur de différents suppléments simples ou doubles dans une première période du 3 au 13 juin puis contrôlé le comportement de chaque lot sur aliment témoin du 14 au 20 juin :

Aliment (Bintje)	Période d'essai			Contrôle postexp. Indice féc.
	Ponte tot.	fem. féc.	Indice féc.	
f. jeune.....	3094 œufs	9/9	28,6	
f. étiolée.....	1634 œufs	10/10	13,6	10,8
— + lécith. T.....	1597 œufs	9/10	15,0	10,8
— + lécith. M.....	1172 œufs	8/10	12,8	14,9
f. vieille.....	465 œufs	9/10	4,2	4,0
fV + caséine + léc. T.....	432 œufs	6/10	3,8	8,3
fV + caséine + léc. M.....	1034 œufs	9/10	7,7	8,4
fV + caséine.....	930 œufs	7/10	7,0	8,8

Les différences sont très hautement significatives entre groupes (feuilles) et entre effets principaux (suppléments), mais elles ne le sont pas entre les modes de préparation des émulsions de lécithines.

Il en est de même dans les deux autres épreuves réalisées :

— l'une sur feuille vieille Bintje en une seule période du 20 au 27 juin à la fin de laquelle nous avons eu les indices suivants : f. jeunes 19,7 ; f. vieilles 5,5 ; f. v. + lécithine T 3,6 et f.v. + lécithine M 3,2 ;

— l'autre en deux périodes (14-23 mai et 6-13 juin) avec feuilles étiolées Bintje supplémentées, séparées par une période (24 mai-4 juin)

avec feuilles étiolées témoin et pendant lesquelles les indices de fécondité ont été :

	du 14 au 23 mai	24 mai-4 juin	6 au 13 juin
Supplément de lécithine T ....	18,5	18,6	11,4
— — M ....	16,4	15,5	12,9

Par contre, dans deux autres épreuves réalisées précocement en saison, nous avons obtenu des résultats concordants et très significatifs, bien que les lots d'insectes ne comprenaient que cinq individus.

Aliment	Epreuve du 12 au 22 mars			Epreuve du 28 mars au 7 avril		
	Ponte tot.	Nb de pontes	Ind. féc.	Ponte tot.	Nb de pontes	Ind. féc.
F. jeune .....	510 œ.	18	9,2	549 œ.	22	12,4
F. étiolee.....	215 —	13	3,3	261	14	5,1
F. ét. + léc. T .....	61 —	6	1,3	60	7	1,6
F. ét. + léc. M .....	432 —	20	9,8	261	15	5,1

Il est intéressant de constater ici, non seulement la différence significative existant entre les deux modes de préparation des émulsions, mais aussi l'absence de différence significative entre l'aliment feuille jeune et l'aliment feuille étiolee supplémentée en lécithines normalement préparées.

Si l'on peut reprocher à ces aliments leur condition de culture en serre, nous constatons des résultats analogues dans une troisième épreuve réalisée du 28 mai au 10 juin avec des feuilles prélevées en plein air dans les conditions de culture habituelle :

Aliment (Bintje)	Ponte totale	fem. féc.	Indice féc.
f. jeune .....	1 237 œufs	8/9	15,8
f. vieille.....	37 »	4/9	0,5
f. v. + lécith. T	190 »	3/9	2,2
f. v. + lécith. M	382 »	7/9	5,1

Il serait imprudent de ne retenir que les expériences favorables pour vouloir démontrer à la fois la validité des corrélations établies d'une manière certaine entre teneur de la plante en choline totale et fécondité du Doryphore, ainsi que la dégradation de constituants indéterminés, mais efficaces des lécithines par la chaleur au cours de la mise en émulsion. Cependant les faits expérimentaux s'accordent mieux ici que dans le cas des autres constituants, avec l'ensemble des données biochimiques, et ils sont complétés par les résultats des examens histologiques.

### c) Examens anatomo-histologiques.

Nous ne décrirons pas l'ovogénèse chez le Doryphore qui a été étudiée par PATAY (1939) et par BUSNEL (1939). Ce dernier a montré l'influence du jeûne ou d'une sous-alimentation sur le développement des



N° 1 : 5 jours jeune hydrique. — N° 2 : 10 jours jeune hydrique. — N° 6 : 10 jours FJ Akersegen. — N° 19 : 20 jours FJ + glucose. — N° 11 : 20 jours FV Akersegen. — N° 13 a N° 13 b : ♀ nourries pendant 20 jours de FV. Akersegen puis 5 jours FV + lécithine 2 %.



FIG. 16. — Développement des ovarioles de femelles recevant différents régimes alimentaires. Remarquer la régression progressive. — n° 9 après 5 jours aliment F. V. — n° 10 après 10 jours aliment F. V. — n° 11. après 20 jours aliments F. V.



FIG. 17. *a.*

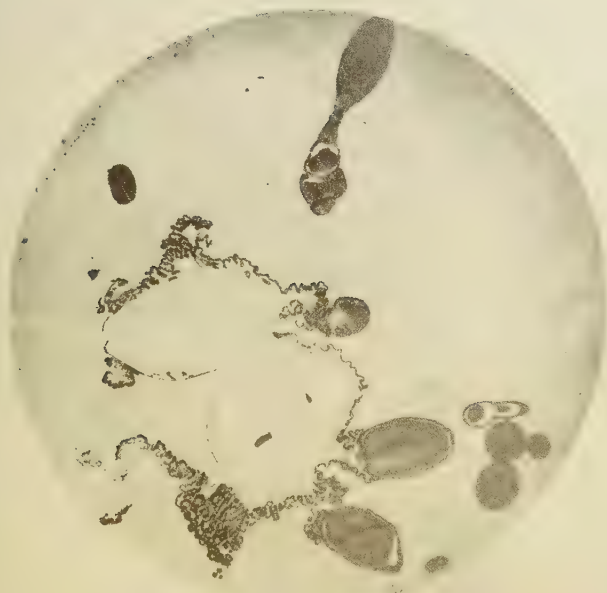


FIG. 17. *b.*

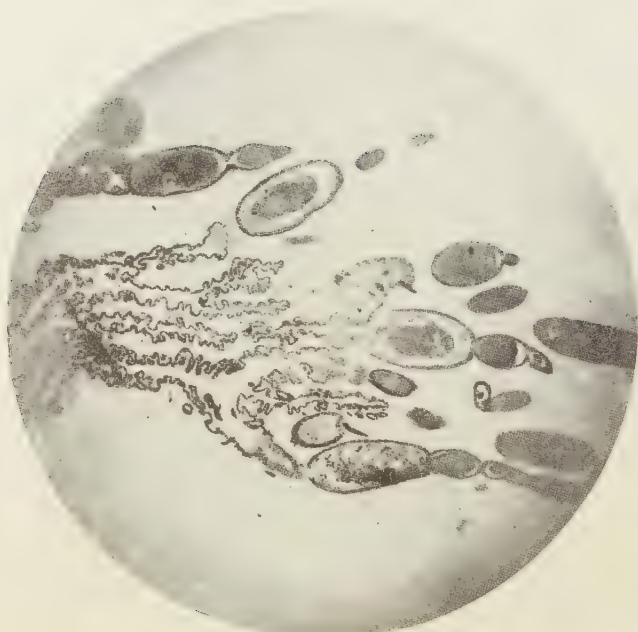


FIG. 17. c.

FIG. 17. — Etat des ovaires. Les trois préparations histologiques ont été fixées au Duboscq-brasil et colorées à l'éosine aurantia-orange-bleu de toluidine. — A : 20 jours F. J. Croissance considérable des ovocytes avec vitellogénèse. Présence probable d'un corps jaune lié à l'émission antérieure d'un ovocyte. — B : 20 jours F. V. croissance faible des ovocytes et phénomènes d'atrésie très accusés. C : 20 jours F. J. + glucose 10 p. 100 croissance et vitellogénèse à rapprocher du cas B. Dégénérescence ovocytaire très accusée.

gonades. Nous représentons sur la figure 16 quelques aspects de celui-ci lorsque les femelles ont été nourries avec certains aliments.

Pour chaque régime, les ovarioles de cinq femelles étaient examinées le 5<sup>e</sup>, le 10<sup>e</sup> et le 20<sup>e</sup> jour. On distingue, dans le cas d'une nourriture avec des feuilles vieilles en particulier, la résorption ovulaire avant leur maturité et leur expulsion dans l'oviducte (n° 11 a et 11 b) ; c'est vraisemblablement la vitellogénèse qui subit les effets dépressifs d'une telle alimentation qualitativement déficiente beaucoup plus que le processus ovogénétique proprement dit, (voir préparations histologiques fig. 17 dues à l'obligeance de M. LE BERRE et M<sup>lle</sup> BOULAY). Lorsque, après 20 jours de ce régime defectueux, les feuilles sont supplémentées avec une émulsion de lécithines, les ovules parviennent à nouveau à se développer presque normalement et la ponte reprend.

## V. — DISCUSSION

Nous pouvons sans doute établir des corrélations très étroites entre la teneur en substances choliniques des Doryphores adultes et celle de

leur aliment, mais nous n'avons aucune donnée sur la fraction assimilable de ces substances.

Nous accordons une importance particulière à l'opinion émise par PEPPER et HASTINGS (1943) sur le caractère diététique fondamental de l'acide linoléique et sur la nécessité de la présence de cet acide gras dans la plante hôte pour assurer une fécondité normale chez *Locustode sticticalis* L. Cet acide est, avec l'acide linoléique et l'acide arachidonique, l'un des précurseurs alimentaires indispensables des lécithines et des phospholipides car il est presque exclusivement trouvé chez le végétal et ne peut être synthétisé par l'organisme animal. Divers auteurs ont signalé la présence de ces acides polyéthénoïdes dans les tissus de plusieurs espèces de tous ordres d'Insectes (in SCOGGIN et TAUBER, 1950).

Nous avons pu établir, par deux méthodes différentes, que les substances choliniques alimentaires étaient retenues par l'organisme : dans le premier essai de bilan cholinique les chiffres obtenus peuvent même laisser penser qu'elles pourraient être synthétisées au dépens d'autres composés voisins, tels les bêtaïnes, présents chez les végétaux ce qui réduirait les processus de méthylation. Nous n'avons aucune indication permettant de nous prononcer sur ce point mais, chez un autre Insecte, *Tenebrio molitor*, G. FRAENKEL et ses collaborateurs (1948) puis J. LECLERCQ (1954 a et b) ont montré l'action vitaminique de la carnitine ( $\beta$ -hydroxybutyrobétaïne) en sorte que le rôle de ces dérivés ne doit pas être négligé chez les Insectes <sup>(1)</sup>.

Si la destinée physiologique des lipides choliniques pose de nouveaux problèmes, nous pouvons cependant les considérer ici comme l'un des « éléments constants » de TERROINE. En effet, en dépit de leur variabilité saisonnière qui paraît être liée, pour une large part, à la variabilité de la teneur de l'aliment ainsi qu'à l'importance de la consommation, les nombreux dosages que nous avons effectués particulièrement au cours du jeûne, semblent indiquer que le taux de choline totale se maintiendrait à un niveau constant jusqu'au moment où l'Insecte diminue de vitalité puis meurt.

On ne trouve dans le tissu adipeux abdominal, ou corps de réserve, qu'une faible proportion de choline totale : 0,310 mg p. g contre 0,910 mg p. g d'Insecte total du même lot, ce qui représente pour un individu :

0,005 mg p. g du tissu adipeux ;

0,136 mg p. g du corps total.

Par contre des études histochimiques inédites de LE BERRE montrent qu'après 5 jours d'alimentation, le Doryphore a son tissu adipeux bourré de lipides totaux qui correspondent vraisemblablement aux acides gras dosés par BUSNEL et DRILHON.

(<sup>1</sup>) M<sup>me</sup> RICOU (1953) attribuerait aux bêtaïnes une action toxique sur les larves du Hanneton commun, *Melolontha melolontha* L.

Nous pouvons admettre avec FRAZER (1953) qu'une partie des lécithines est mobilisée par la fonction reproductrice et spécialement dans la vitellogénèse, ce que semble indiquer la plus grande richesse cholinique des femelles.

Il est cependant étonnant de constater que, avec une alimentation supplémentée en lécithines, la teneur moyenne des œufs en choline totale est plus faible que dans le lot avec alimentation témoin :

	Lot avec feuille jeune Bintje	Lot avec suppl. lécithine
ponte totale pendant 10 jours...	769 œufs	903 œufs
femelles fécondes.....	19 sur 39	21 sur 31
indice de fécondité.....	2	3
choline totale en mg. :		
pour 1 gr. d'œuf.....	1,51 mg.	1,40 mg.
pour 1000 œufs.....	0,945 mg.	0,860 mg.
pour la ponte de 10 jours....	0,727 mg.	0,777 mg.
par femelle.....	0,249 mg.	0,290 mg.
par mâle.....	0,166 mg.	0,176 mg.

Mais si l'on tient compte de la richesse globale de la ponte totale en substances choliniques, on constate qu'elle est, par rapport à la quantité de femelles présentes, beaucoup plus élevée avec alimentation supplémentée qu'avec alimentation témoin. Le processus de mobilisation des lécithines pourrait donc s'accompagner d'un processus de stimulation de l'ovogénèse (humoral ou autre) avec lequel les relations de dépendance ou non seraient à préciser.

Mais nous ne savons pas s'il s'agit d'un simple transfert des substances choliniques d'origine alimentaire vers les différents tissus pour lesquels ils deviendront des éléments de structure ou bien s'il y a métabolisation proprement dite, et dans quelle mesure ces substances concourent à procurer une énergie d'appoint dans certains processus physiologiques (diapause, reproduction).

Nous avons cependant procédé à l'examen de quelques activités diastasiques et, si la cholinestérase n'a pas été mise en évidence, par contre l'autolyse lécithinasique a révélé une action enzymatique très prononcée ainsi qu'il ressort du tableau suivant (animaux du 10 juin 1953) :

En mg choline p. g.	Femelle		Mâle	
	C. L.	C. H. T.	C. L.	C. H. T.
Témoin immédiat.....	tr.	206	tr.	85
Témoin après 12 jours.....	tr.	350	tr.	150
Autolyse 37° 2h.....	210	?	210	?
Autolyse 37° 22h.....	435	802	284	641

On remarquera l'augmentation de la C.H.T. après 12 jours de jeûne, ce qui doit correspondre à une certaine stabilité, compte tenu de la perte de poids des animaux et ce qui confirme le caractère d'élément constant de ces substances.

Par ailleurs, les phosphatases ont été bien caractérisées dans le tube digestif et les tubes de Malpighi des Insectes par DRILHON (1943) et nous avons noté leur présence chez le Doryphore.

Ainsi le rapprochement qui peut être fait du rôle de ces enzymes dans le métabolisme des lipoides et l'hypothèse du rôle hépato-rénal des tubes de Malpighi émise par BUSNEL et DRILHON (1946) ne manque pas d'être séduisante.

Le métabolisme des lipoides chez les Insectes phytophages mériterait une étude approfondie particulièrement en relation avec celui des autres éléments de la ration alimentaire. Rappelons qu'en accordant de l'intérêt au rapport C N et par conséquent à la richesse du feuillage en glucides, nous avons été amené à examiner les effets, sur la fécondité du Doryphore, de feuilles prélevées sur des plantes en cultures ombrées ou cueillies à différentes heures de la journée.

Les résultats de ces expériences ne sont absolument pas significatifs malgré une variation considérable de la teneur en sucres et parfois en azote total. Or l'analyse de la choline totale dans ces différents échantillons d'aliments ne présente pas de grandes variations chez Ackersegen :

a) dans plante de culture en limon normal....	C. T. = 0,119 mg p. 1 g
dans plante de culture en terreau normal...	C. T. = 0,089 —
dans plante de culture en terreau ombré...	C. T. = 0,112 —
b) dans feuille jeune cueillie à 9 h.....	C. T. = 0,495 —
dans feuille jeune cueillie à 17 h.....	C. T. = 0,470 —

Nous voyons ici une nouvelle raison de croire à la validité des corrélations que nous avons établies.

Chez la Pomme de terre et d'autres Solanées STREET et al. (1947) ont caractérisé la présence de choline libre spécialement dans les bourgeons terminaux ; bien que cette substance lipotropique puisse intervenir dans la mobilisation des réserves glycéridiques de l'animal, il est prématuré d'avancer une hypothèse sur son rôle chez l'Insecte.

Les feuilles jeunes des végétaux sont également riches en aneurine (HURIN, 1944), ou thiamine, et le rôle important de ce facteur hydrosoluble dans le métabolisme des glucides ne devrait pas être négligé dans les processus biologiques qui nous préoccupent ici. Certes, son assimilation à partir de constituants alimentaires puis sa participation dans les multiples échanges de matériaux qui ont lieu entre les divers tissus de l'organisme sont à démontrer et à préciser chez les Insectes phytophages ; tandis qu'on connaît depuis longtemps le rôle efficace de l'extrait de levure et de vitamines du complexe B sur la croissance larvaire d'Insectes ayant d'autres régimes alimentaires (DELCOURT et GUYENOT, 1911, FRAENKEL et BLEWETT, 1943).

FRAENKEL et BLEWETT (1943) accorde également à la choline, appelée parfois vitamine « J » pour les vertébrés, la valeur d'un facteur de croissance pour les Coléoptères des farines.

Cette croissance larvaire exigerait aussi la fraction insaponifiable des lipides alimentaires et, en l'absence de ceux-ci, elle nécessiterait l'addition de stérols (cholestérol, sitostérol, ergostérol, etc...) pour assurer la synthèse des graisses neutres à partir des constituants azotés du régime (CHAUVIN 1949, BERGMANN et LEVINSON 1954).

KOZANTSHIKOV (1938), parmi quelques autres auteurs, a cherché chez plusieurs Lépidoptères, comment les glucides alimentaires étaient transformés en graisses pendant la maturation pour être utilisés dans la formation du vitellus des œufs. Quelques quotients respiratoires très inférieurs à l'unité, constatés par nous chez le Doryphore, mais qui ne participait pas à une étude systématique, confirmeraient les vues de cet auteur. Nous sommes persuadé de la nécessité d'un régime glucidique important pendant la période de maturation en vue du stockage de réserves glycogéniques, mais aussi de réserves triglycéridiques ou de lipides énergétiques dans le tissu adipeux du Doryphore avant la diapause (BUSNEL 1939, GRISON et LE BERRE 1953).

Cette nécessité est peut-être moins évidente pendant la période de reproduction comme tiendrait à le signifier certains résultats défavorables sur la fécondité du Doryphore qui reçoit une ration alimentaire enrichie en glucose. Selon nous, on peut admettre que ce sont d'abord les réserves du tissu adipeux qui interviennent dans la fonction ovogénétique : toutes les dissections opérées au cours de la période reproductrice montrent la diminution progressive de ce tissu, pauvre en lipides phosphatidiques. L'enrichissement et les exigences de l'organisme de *L. decemlineata* en ces derniers facteurs s'expliquerait par le rôle de ceux-ci dans le transfert et l'utilisation des glycérides énergétiques assuré peut-être sous contrôle endocrinien (FRAZER).

On conçoit alors que l'apport des glucides extérieurs soit devenu moins indispensable sinon pour assurer le maintien d'un stock de substances métabolisables à un niveau limite au-dessous duquel la ponte cesse.

Si cet apport excède cette justification physiologique, ce qui doit fréquemment se produire pendant la période d'intense alimentation printanière, une partie de la ration glucidique est dirigée vers le tissu musculaire relativement riche en phospholipides selon STONEBURG (in SCOGGIN et TAUBER) chez l'Orthoptère *Brachystola magna* GIRARD. Le renouvellement, voire l'augmentation des réserves glycogéniques de ce tissu assurerait un accroissement du potentiel d'activité cinesthésique spécialement favorable à la prolongation des efforts nécessaires pendant le vol (FULTON et ROMNEY 1940, BEALL 1948, WIGGLESWORTH 1949).

Par voie de conséquence indirecte, le rythme des processus ovogénétiques est occasionnellement ralenti puisque le siège d'intense métabolisation des matières est ailleurs : on assisterait en quelque sorte à une

« déviation du métabolisme » sans que le rôle des glucides soit pour autant devenu négligeable dans l'accomplissement de la fonction reproductrice chez le Doryphore.

### CONCLUSIONS GÉNÉRALES

En réalisant ce travail, nous ne nous proposons pas d'entreprendre des recherches sur le métabolisme des constituants biochimiques ou des facteurs accessoires à l'intérieur de l'organisme d'un Insecte phytophage. Nous voulions constater l'influence des régimes alimentaires naturellement offerts au Doryphore, *Leptinotarsa decemlineata* SAY, sur la fécondité de ce Coléoptère en considérant le potentiel de reproduction comme élément prépondérant de l'accroissement d'une population animale.

Cependant, nous avons été amené à nous interroger sur la signification physiologique de la grande variabilité des effets de la consommation d'une même plante-hôte sur la fécondité du Doryphore. C'est ainsi que nous avons cherché à caractériser dans les tissus foliaires de la Pomme de terre, *Solanum tuberosum* L., la variation de certains constituants fondamentaux ainsi que leurs causes de variation.

Auparavant, nous avons établi, dans le chapitre I, comment la fécondité pouvait varier en fonction de nombreux *facteurs écologiques* et en particulier avec la quantité d'aliment consommé : de ce dernier point de vue nous avons mis en évidence un *seuil de consommation* au-dessous duquel la fonction reproductrice est inhibée. Il resterait à examiner sous quels effets l'animal peut être amené, en conditions constantes d'ambiance, à réduire ou à accroître sa consommation de feuillage nutritif. Nous pensons que deux groupes de facteurs peuvent intervenir : les *substances attractives* ou olfactives étudiées chez la larve du Doryphore par différents auteurs cités ailleurs (GRISON, Les Facteurs du Comportement) et surtout les *facteurs appétitifs* ou gustatifs étudiés par LEGAY (1955) chez le *Bombyx mori* L.

Nous avons vu, dans le chapitre II, que les variations de fécondité du Doryphore ne dépendaient pas des nombreuses causes de variation des constituants azotés et hydrocarbonés dans la feuille de Pomme de terre, mais qu'elles subissaient *les effets qualitatifs du feuillage d'une même plante-hôte selon son stade de développement et son état physiologique*.

Nous nous sommes préoccupé d'attribuer à ces effets les facteurs susceptibles de varier d'une manière constante au cours de la croissance des tissus végétaux et parmi ceux-ci nous avons cherché, dans le chapitre III, à observer l'influence des lipides phosphatidiques étudiés par E. KAHANE et G. DUCET.

Nous avons critiqué les deux méthodes expérimentales auxquelles

nous avons eu recours : celle qui consiste à établir des corrélations entre les résultats des épreuves de fécondité avec aliment naturel et les résultats de l'analyse chimique, ne peut être prise en considération qu'à la condition de soumettre au dosage un des échantillons du feuillage offert aux Insectes lors de chaque épreuve biologique. La méthode de « supplémentation », à défaut d'alimentation artificielle, serait la plus valable, du point de vue biologique, si, d'une part des facteurs d'inappétance ne viennent pas introduire un effet de sous-consommation, et si, d'autre part, les substances employées ne risquent pas, en raison de leur origine et de leur constitution biochimique de différer de celles de l'organisme animal en cause, par leurs propriétés nutritives et dans leur modalité d'assimilation.

Nous craignons d'avoir rencontré cette dernière difficulté en ayant eu recours, dans les tests, à des lécithines d'origine toute différente de celles que recèlent probablement la Pomme de terre. En outre, comme dans tous les travaux de ce genre, il serait ambitieux de vouloir reproduire d'emblée les constituants complexes du régime naturel optimum ainsi que l'ont très bien indiqué RASSO et FRAENKEL dans leur étude sur les exigences alimentaires de la femelle de *Phormia regina* MEIGEN (1954) : il y a vraisemblablement dans la feuille jeune de Pomme de terre d'autres facteurs diététiques inconnus associés ou non à une forme caractéristique de lécithines.

En complétant ces épreuves par des examens anatomo-histologiques, à défaut d'études physiologiques et biochimiques plus poussées, nous confirmons le sens des observations faites sur l'influence de régimes alimentaires variés sur la fécondité du Doryphore.

Nous avons montré que *le Doryphore est un animal remarquablement riche en substances choliniques* et que les variations saisonnières très importantes de celles-ci correspondent vraisemblablement à certains processus physiologiques ; mais aussi qu'elles sont en rapport étroit avec l'alimentation.

La différence de teneur en choline totale des deux sexes souligne le rôle tenu par ces substances dans la fonction reproductrice.

*Les substances choliniques alimentaires sont retenues par l'organisme et contribuent à l'organisation structurale des tissus* mais, bien que nous ayons mis en évidence une activité enzymatique, nous ne sommes pas renseigné sur la nature de celle-ci ni sur les processus métaboliques auxquelles participent les substances que nous avons étudiées.

A ce propos, nous avons discuté de leur rôle dans la mobilisation des réserves énergétiques glycogéniques et lipidiques en fonction de nos connaissances actuelles dans ce domaine.

Nous n'avons pas opéré la distinction entre éléments plastiques et facteurs de stimulation : les lipides phosphatidiques alimentaires peuvent

correspondre aux uns et aux autres, mais il est également vraisemblable que de nombreux autres facteurs accessoires devraient être pris en considération selon leur action tantôt sur la formation des gonades et l'ovogénèse proprement dite, tantôt sur la vitellogénèse. Par ailleurs, l'action stimulante et coordinatrice des fonctions endocrines (JOLY 1945, traité de WIGGLESWORTH 1950 et JOHANSSON 1954) et du système nerveux (ERMAKOV 1936 et DETINOVA 1953) ne doit pas être négligée. Ainsi JOHANSSON (1954) a montré la régulation hormonale et le déclenchement de la ponte chez les femelles à jeun et infécondes de *Oncopeltus fasciatus* DALLAS par la transplantation de *corpus allatum* normalement développé provenant de femelles alimentées.

Nous avons envisagé d'aborder cet aspect de la fonction reproductrice chez le Doryphore au cours d'expériences préliminaires (GRISON, 1949) mais nous ne l'avons pas pris en considération dans le présent travail.

Il est clair, cependant, que, du point de vue strictement physiologique, les phases évolutives de l'imago du Doryphore sont caractérisées par des processus métaboliques différents auxquels correspondent des besoins nutritifs différents.

Mais puisque l'objet de nos efforts était de préciser la signification écologique des facteurs de nutrition sur le potentiel de multiplication d'un Insecte phytophage, nous terminerons en rappelant que les observations faites dans la nature sont en accord avec les résultats des épreuves de laboratoire (voir références citées). La « qualité » de l'aliment, lié au stade de croissance du végétal, a une influence directe et immédiate sur la fécondité du Doryphore, mais elle a aussi des effets indirects pendant la période de maturation sur la tendance à l'entrée en diapause de l'Insecte. En sorte que la forte réduction relative des pontes de *L. decemlineata* en été peut s'expliquer par l'action synergique de ces deux effets qui représentent, en fin de compte, deux aspects d'un même problème.

Nous avons cité (GRISON, 1944) un exemple pour illustrer cela : on établit le nombre maximum d'imagos séjournant dans une parcelle de 32 plants et le nombre maximum d'œufs relevés dans la même parcelle à la même époque ; le rapport entre les deux quantités donne une valeur relative d'indice de fécondité au cours d'une génération : au printemps elle était, dans le cas cité, de  $2\,735 \text{ œufs} : 20 \text{ imagos} = 136 \text{ œufs par imago}$  et en été de  $4\,283 \text{ œufs} : 1\,331 \text{ imagos} = 3 \text{ œufs par imago}$ . En valeur absolue, la population a augmenté mais, il est généralement de règle que, d'une part une faible proportion d'adultes seulement est à l'origine d'une deuxième génération et participe à la ponte estivale et que, d'autre part, la fécondité de ces individus est notablement réduite par suite de la sénescence des plantes nourricières.

Reçu pour publication le 22 janvier 1957.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLIE (W. C.), PARK (O.), EMERSON (A. E.), PARK (Th.), SCHMIDT (K. P.), 1950. — Principles of animal ecology. *Saunders*, Philadelphie, 837 pp.
- ALLEN (M. D.), SELMAN (I. W.), 1955. — Egg-production in the Mustard-beetle *Phaedon cochleariae* (F.) in relation to diets of mineral deficient leaves. *Bull. Ent. Res.*, **46**, (2), 393-397.
- BABERS (H.), 1941. — Glycogen in *Prodenia eridania* with special reference to the ingestion of glucose. *J. Agr. Res.*, **62**, (9), 509-530.
- BARKER (J. S.), 1952. — Fecundity and total nitrogen and lipid contents of the green pea aphid (*Macrosiphum pisi* KALT) as effected by nutritional changes in the garden pea (*Pisum sativum* L.), *Iowa State Coll. J. Sci.*, **26**, (2), 162-164.
- BARKER (J. S.), TAUBER (O. E.), 1954. — Fecundity of the Pea Aphid of garden Pea under various combinations of light, moisture and nutrients. *J. Ec. Ent.*, **47**, 113-116.
- BEALL (G.), 1948. — The fat content of a butterfly, *Danaus plexippus* L., as affected by migration. *Ecology*, **29**, 80-94.
- BERGMANN (E. D.), LEVINSON (Z. H.), 1954. — Steroids requirements of Housefly larvae. *Nature*, **173**, 211.
- BLAIS (J. R.), 1952. — The relationship of the Spruce Budworm (*Choristoneura fumiferana* CLEM.) to the flowering condition of Balsam fir (*Abies balsamea* (L.) (MILL.)). *Canad. J. Zool.*, **30**, (1), 1-29.
- BLUNCK (H.), 1914. — Die Entwicklung des *Dyliscus marginalis* L. vom Ei bis zum Imago. *Zeit. Wiss. Zool.*, **III**, 76.
- BROWN (M.), 1930. — The utilisation of hexose carbohydrates by *Lepidopterous larvae*. *Ann. New-York Ac. Sc.*, **32**, 221-234.
- BUSNEL (R.-G.), DRILHON (A.), 1937. — Étude biologique et biochimique du *Leptinotarsa decemlineata* SAY à l'état d'insecte parfait. *Ann. Sc. Nat. Zool.*, **10**, ser. 20, 230-244.
- BUSNEL (R.-G.), 1939. — Études physiologiques sur le *Leptinotarsa decemlineata* SAY. Thèse, Paris, Le François, 207 pp.
- BUSNEL (R.-G.), DRILHON (A.), 1946. — Sur les conceptions du rôle physiologique du tube de Malpighi des insectes. *C. R. Ac. Sc.*, **222**, 689.
- CHAUVIN (R.), 1949. — Les stérols dans le régime alimentaire de certains Orthoptères. *C. R. Ac. Sc.*, **229**, 902-903.
- CHAUVIN (R.), 1956. — Physiologie de l'Insecte. 2<sup>e</sup> éd., *Institut National de la Recherche Agronomique*, Paris, 917 p.
- COIC (Y.), 1945. — Contribution à l'action du virus de l'enroulement sur la physiologie générale de la Pomme de terre. *Ann. Agron.*, **15**, (1), 86-110.
- COUSIN (G.), 1932. — Étude expérimentale de la diapause chez les Insectes. Thèse, *Fac. Sc. Paris*, 341 p.
- DAHMS (G.), 1947. — Oviposition and longevity of Chinch Bugs on seed lings growing in nutrient solutions. *J. Ec. Ent.*, **40**, (6), 841-45.
- DEL COURT (A.), GUYENOT (E.), 1911. — Génétique et milieu ; nécessité de la détermination des conditions ; sa possibilité chez les Drosophiles. *Bull. Scient. France et Belgique*, **45**, 249-333.
- DETINOVA (T. S.), 1953. — Sur le mécanisme de l'harmonie gonotrophique chez le Moustique commun, *Anopheles maculipennis*. *Zool. Zhurn.*, **32**, (6), 1178-1188.
- DIAMENT (J.), 1953. — La choline hydrosoluble combinée des tissus. Thèse *Fac. Sc. Paris*, 99 pp.
- DRAKE (C. J.), DECKER (G. C.), TAUBER (O. E.), 1945. — Observations on oviposition and adult survival of some grasshoppers of economic importance. *Iowa St. Coll. J. Sci.*, **19**, 207-223.

- DRILHON (A.), 1931. — Études biochimiques sur la métamorphose des Lépidoptères. *Thèse, Fac. Sc.*, Paris-Doin.
- DRILHON (A.), 1943. — Sur la présence et l'activité des phosphatases chez les Insectes. *C. R. Soc. Biol.*, **137**, 390.
- DUCET (G.), GRISON (P.), 1948. — Variation de la teneur en lipides choliniques du Doryphore au cours de sa vie imaginaire et en fonction de son alimentation. *C. R. Ac. Sci.*, **227**, 1272-1274.
- DUCET (G.), 1949. — Étude des variations des différentes formes de la choline au cours de la croissance de quelques végétaux. *Thèse, Faculté des Sc.* Paris, 81 pp.
- ERMAKOV (N.), 1936. — Carbohydrate metabolism, regulation by nervous system. *Jour. Med. Ac. Sci. R. S. S. d'Ukraine*, **6**, 347-368.
- ÉTIENNE-PETITFILS (M<sup>lle</sup> J.), 1953. — Substances choliniques chez *Patella vulgata*, variations saisonnières. *C. R. Ac. Sci.*, **236**, 858-860.
- EVANS (A. C.), 1935. — Some notes on the biology and physiology of the sheep-Blow-Fly, *Lucilia sericata* MEIG. *Bull. Ent. Res.*, **26**, 115-122.
- EVANS (A. C.), 1938. — Physiological relationships between Insects and their host plants. I. The effect of the chemical composition of the plant on reproduction and production of winged forms in *Brevicoryne brassicae*-L. (*Aphididae*). *Ann. Appl. Biol.*, **25**, (3), 558-572.
- EVANS (A. C.), 1939 a. — The utilisation of food by the larvae of the Buff-Tip, *Phalera bucephala* LINN. (Lepidopt.). *Proc. R. Ent. Soc. Lond.*, (A), **14**, 25-30.
- EVANS (A. C.), 1939 b. — The utilisation of food by certain Lepidopterous larvae. *Trans. R. Ent. Soc. Lond.*, **89**, (2), 13-22.
- FLANDERS (S. E.), 1935. — An apparent correlation between the feeding habits of certain Pteromalids and the condition of their ovarian follicles. *Ent. Soc. Amer. Ann.*, **28**, 438-444.
- FRAENKEL (G.), BLEWETT (M.), 1944. — The vitamin B complex requirement of several insects. *Biochem. J.*, **37**, 686-692.
- FRAENKEL (G.), BLEWETT (M.), COLES (M.), 1948. — By a new vitamin of the group B and its relation to the folic acid group and other anti-anaemia factors. *Nature*, 161.
- FRAISSE (R.), 1952. — Alimentation, croissance, cocon et soie chez *Bombyx mori* L. I. Variations physiques et chimiques de *Morus alba* L. *Revue du Ver à soie*, **4**, (2), 99-123.
- FRAISSE (R.), LAUDANSKI (F.), 1952. — Les variations de la composition chimique de la feuille de Mûrier en fonction de l'état physiologique de celle-ci ou du végétal et de leurs conséquences en sériciculture. *C. R. Ac. Agric. Fr.*, **39**, (12), 464-467.
- FRAZER (A. C.), 1953. — Lipid metabolism. In *Biochemistry and Physiology of Nutrition*. Acad. Press, New York 212-264.
- FULTON (R. A.), CHAMBERLIN (J. C.), 1934. — An improved technique for the artificial feeding of the beet leafhopper with notes on its ability to synthesize glycerides. *Sciences (N. S.)*, **79**, 346-348.
- FULTON (R. A.), ROMNEY (V. E.), 1940. — The chloroform — soluble components of beet leafhoppers as an indication of the distance they move in the spring. *Jour. Agr. Res.*, **61**, 737-743.
- GREENBERG (J.), 1951. — Some nutritional requirements of adult mosquitoes (*Aedes aegypti*) for oviposition. *J. Nutrit. U. S. A.*, **43**, (1), 27-35.
- GRISON (P.), 1943. — Observations sur le rythme d'activité nyctéméral chez le Doryphore, *Leptinotarsa decemlineata* SAY. *C. R. Ac. Sci.*, **217**, 622-624.
- GRISON (P.), 1944 a. — Remarques sur les phénomènes de diapause vraie observés au stade imaginal chez le Doryphore. (*Leptinotarsa decemlineata* SAY). *C. R. Ac. Sci.*, **218**, 342-344.
- GRISON (P.), 1944 b. — Inhibition de l'ovogénèse chez le Doryphore (*Lepti-*

- notarsa decemlineata* SAY) nourri avec des feuilles sénescences de pomme de terre. *C. R. Ac. Sc.*, **219**, 295-296.
- GRISON (P.), 1947 *a*. — Essai d'alimentation artificielle du Doryphore adulte. *C. R. Ac. Sc.*, **224**, 160-161.
- GRISON (P.), 1947 *b*. — Relation de la ponte du Doryphore avec un facteur alimentaire de fécondité. — *C. R. Ac. Sc.*, **225**, 1185-1186.
- GRISON (P.), 1948. — Action des lécithines sur la fécondité du Doryphore. *C. R. Ac. Sc.*, **227**, 1172-1174.
- GRISON (P.), 1949. — Effets d'implantation de cerveaux chez le Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* SAY) en diapause. *C. R. Ac. Sc.*, **228**, 428-430.
- GRISON (P.), 1950. — Influence de la température sur l'activité du Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* SAY) au stade imaginal. *Proc. VIII<sup>th</sup> Intern. Congr. Ent. Stockholm*, 1948, 226-234.
- GRISON (P.), 1952. — Relations entre l'état physiologique de la plante-hôte *Solanum tuberosum* et la fécondité du Doryphore, *Leptinotarsa decemlineata* SAY. *Trans. IX<sup>th</sup> Intern. Congr. Ent. Amsterdam*, **1**, 331-337.
- GRISON (P.), 1956. — Effets de la qualité de l'alimentation sur divers caractères physiologiques de deux Lépidoptères. *C. R. Ac. Sc.*, **242**, 414-416.
- GRISON (P.), BILIOTTI (E.), 1953. — La signification agricole des « stations-refuges » pour la faune entomologique. *C. R. Agric. Fr.*, **39**, 106-108.
- GRISON (P.), LE BERRE (J. R.), 1953. — Quelques conséquences physiologiques de l'inanition chez l'imago de *Leptinotarsa decemlineata* SAY (Col. Chrysomelides). *Rev. Path. Veg. Ent. Agric.*, **32**, (2), 73-86.
- GRISON (P.), ROEHRICH (R.), 1946. — Bilans nutritifs chez le Doryphore adulte. *Bull. Soc. Ent. Fr.*, **51**, 133-137.
- GROOT (A. P. de), 1952. — Amino acid requirements for growth of the Honeybee (*Apis mellifica* L.). *Experientia*, **8**, (5), 192.
- HAGEN (K. S.), 1950. — Fecundity of *Chrysopa californica* as affected by synthetic foods. *J. Ec. Ent.*, **43**, (1), 101-104, 3 refs.
- HANNA (A. D.), 1938. — Studies on the Mediterranean Fruit-Fly *Ceratitis capitata* WIED. I. The structure and operation of the reproductive organs. *Bull. Soc. Fouad I<sup>er</sup> Ent.*, **22**, 39-59.
- HANNA (A. D.), 1947. — Studies on the Mediterranean Fruit-Fly, *Ceratitis capitata* WIED, II. Biology and control. *Bull. Soc. Fouad I<sup>er</sup> Ent.*, **31**, 251-285.
- HASEMAN (L.), 1946. — Influence of soil minerals on Insects. *J. Ec. Ent.*, **39**, (1), 8-11.
- HAYDAK (M. H.), 1934. — Changes in total nitrogen content during the life of the imago of the worker Honeybee. *J. Agric. Res.*, **49**, (1), 21-28.
- HILL (R. E.), 1946. — Influence of food plants on fecundity, larval development and abundance of the tuber Flea Beetle in Nebraska. *Res. Bull. Neb. Agric. Exp. Sta.*, **143**, 16 pp.
- HURIN (H.), 1944. — Die Biosynthese von Aneurin in der höhern Pflanze Der B1 — Gehalt von *Melandrium album* unter verschiedenen Bedingungen. *Zeit. für Vitaminforschung*, Bern, **15**, (3), 198-225.
- HUTCHINSON (R. H.), 1916. — Notes on the preoviposition period of the housefly *Musca domestica* L. *Bull. U. S. Dept. Agric.*, **345**, 14 pp.
- INOUE (R.), KITAZAWA (K.), 1930. — On a new method of determination of the maturity of mulberry leaves. *Bull. Seric. et Silk Indust.*, **2**, 5.
- JERRE L. NOLAN and BAUMANN (C. A.), 1951. — Protein requirements of the Cockroach *Blattella germanica* (L.). *Ann. Ent. Soc. Am.*, **44**, (2), 184-188.
- JOHANSSON (A. S.), 1954. — Corpus allatum and egg production in starved Milkweed Bugs. *Nature*, **174**, 89.
- JOLY (P.), 1945. — La fonction ovarienne et son contrôle humoral chez les Dytiscides. *Arch. Zool. Exp. Gen.*, **84**, 49-164.
- JONG (J. K. de), 1938. — The influence of the quality of the food on the egg-production in some insects. *Treubia*, **16**, 445-468.

- KAHANE (E.), LEVY (J.), 1936. — Recherches sur la biochimie de la choline et ses dérivés. III. Caractérisation et dosage de l'acétylcholine dans les substances biologiques. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, **18**, 505-528.
- KAHANE (E.), LEVY (J.), 1939. — Biochimie de la choline et de ses dérivés. XI. La choline hydrosoluble des invertébrés. Étude de la Patelle. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, **21**, 256-263.
- KATO (K.), 1934. — Digestion of carbohydrates in mulberry leaves by silkworms. II. Digestion of carbohydrates in mulberry leaves in different stages of the growth. *J. Agr. Chem. Soc. Japan*, **10** : 691-695.
- KATO (K.), MIWA (S.), NEGI (S.), 1936. — Utilization and digestion of carbohydrates in mulberry leaves by silkworms. III. influences on the growth and the products of silkworms fed on mulberry leaves to which cane sugar is added. *J. Agric. Chem. Soc. Japan*, **13**, 879-888.
- KENNEDY (J. S.), BOOTH (C. O.), 1951. — Host alternation in *Aphis fabae* SCOP. I. Feeding preferences and fecundity in relation to the age and kind of leaves. *Ann. Appl. Biol.*, **38**, 25.
- KENNEDY (J. S.), BOOTH (C. O.), 1954. — Host alternation in *Aphis fabae* SCOP. II. Changes in the Aphids. *Ann. Appl. Biol.*, **41**, (1), 88-106.
- KLEBS (G.), 1918. — Über die Blütenbildung von *Sempervivum*. *Flora*, **111-112**, 128-151.
- KOZHANTSHIKOV (I. W.), 1938. — Carbohydrate and Fat metabolism in adult Lepidoptera. *Bull. Ent. Res.*, **29**, 103-114.
- KRASSILCHIK (J.), 1888. — La production industrielle des parasites végétaux pour la destruction des insectes nuisibles. *Bull. Sc. Fr. et Belgique*, **19**, 461-472.
- LAFON (M.), 1950. — Recherches sur l'utilisation des réserves vitellines au cours de l'embryogénèse. II. données sur un insecte *Carausius* (Dixipus) *morosus* BR. et REDT. *Arch. Intern. Physiol.*, **57**, (3), 309-342.
- LAFON (M.), 1951. — Essai sur l'alimentation d'un insecte *Blatta orientalis* L. I. Données quantitatives sur la nutrition azotée. *Phys. Comp. Oecol.*, **2**, (3), 224-240.
- LARSON (A. O.), FISHER (C. K.), 1924. — Longevity and fecundity of *Bruchus quadrimaculatus* FAB. as influenced by different foods. *J. Agric. Res.*, **29**, (6), 297-305.
- LECLERCQ (J.), 1954 a. — Action vitaminique de la « D1-Dicarnitine » chez *Tenebrio molitor* L. (Insecte Coléoptère). *Arch. Intern. Physiol.*, **62**, (1), 101-108.
- LECLERCQ (J.), 1954 b. — Remplacement de la carnitine naturelle par la « Dicarnitine » synthétique dans le régime nutritif de *Tenebrio molitor* L. *Biochim. Biophys. Acta*, **13**, 160.
- LEGAY (J. M.), 1954-55. — L'influence des facteurs externes — en particulier des conditions d'alimentation de la larve — sur les ébauches génitales de celle-ci et sur certaines propriétés physiques des œufs de la génération suivante chez *Bombyx mori* L. *Ann. I. N. R. A.*, **41**, 12-29.
- LEGAY (J. M.), BAUD (L.), 1953. — L'influence de l'alimentation de la larve sur les caractéristiques quantitatives des pontes de *Bombyx mori* L. *Rev. Ver à soie*, **5**, (1), 67-72.
- LUGO-LOPEZ (M. A.), 1954. — The effect of soil conditions on the sucrose content of Sugarcane. *J. Agric. Univ. Puerto-Rico*, **38**, (3), 132-145.
- LWOFF (M<sup>me</sup> M.), NICOLLE (P.), 1943. — Recherches sur la nutrition des Réduvidés hémophages. II. besoins alimentaires des adultes de *Triatoma infestans* KLUG. dans les conditions habituelles d'élevage. Fécondité des femelles. *Bull. Soc. Patho. Exo.*, **36**, (3-4), 110-124.
- MACKERRAS (M. J.), 1933. — Observations on the life-histories, nutritional requirements and fecundity of Blowflies. *Bull. Ent. Res.*, **24**, 353-362.
- MAYER (A.), SCHAEFER (G.), 1913. — Recherches sur la teneur des tissus en lipoides. *J. Phys. et Path. Gen.*, **15**, 984-998.

- MAYER (A.), TERROINE (F.), 1907. — Recherches sur les complexes colloïdaux d'albuminoïdes et de lipoides. I. les lécéthalbumines sont des complexes colloïdaux. *C. R. Soc. Biol.*, **62**, 398.
- MINIMA (A. K.), 1953. — Teneur des feuilles et tubercules de Pomme de terre en acides organiques. *Biokhim*, **18**, (6), 725-731.
- NIGHTINGALE (G. T.), SCHERMERHORN (L. G.), ROBBINS (W. R.), 1932. — Effect of sulphur deficiency on metabolism in tomato. *Plant Physiol.*, **4**, 565-595.
- OSTROVSKY (N. I.), 1946. — Fecundity in females of *Stenodiplosis panici* RODD. as influenced by feeding conditions at larval stage. *C. R. Ac. Sc. U. R. S. S.*, **52**, (6), 555-556.
- PAIN (J.), 1951. — L'alimentation et le développement des ovaires chez l'ouvrière d'Abeille. *Arch. Inter. Physiol.*, **59**, (2), 203-210.
- PATAY (R.), 1930. — Études anatomiques et physiologiques du Doryphore. *Thèse, Faculté des Sciences, Rennes* 145 pp.
- PEAIRS (L. M.), 1927. — Some phases of the relation of temperature to the development of insects. *West Virginia Univ. Agric. Exp. Stat. Bull.*, **208**.
- PEPPER (J. H.) and ELLSWORTH HASTINGS, 1943. — Biochemical studies on the Sugar Beet Webworm (*Loxostege sticticalis* L.). *Montana State Coll. Agric. Exp. Sta. Bull.*, **413**, 36 pp.
- PICARD (F.), 1926. — Recherches sur la biologie de l'Altise de la Vigne (*Haltica ampelophaga* GUER.). *Ann. Epiph.*, **11**, 177-96.
- PRENANT (M.), 1934. — Adaptation, écologie et biocénétique. *Actualités Sc. et Indus.* 103. Exposés de Biologie écologique Hermann, 59 pp.
- RASSO (S. C.), FRAENKEL (G.), 1954. — The food requirements of the adult female Blowfly, *Phormia regina* MEIG. in relation to ovarian development. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, **47**, (4), 636-645.
- REYNOLDS (J. M.), 1944. — The biology of *Tribolium destructor*. I. Some effects of fertilization and food factors on fecundity and fertility. *Ann. Appl. Biol.*, **31**, (2), 132-142.
- RICOU (M<sup>me</sup> G.), 1953. — Intoxication des larves de *Melolontha melolontha* L. par la tyrosine et la bétaine. *C. R. Soc. Biol.*, **147**, 791-793.
- ROUBAUD (E.), 1921. — Fécondité et longévité de la Mouche domestique. *C. R. Ac. Sc.*, **173**, 1126-1128.
- ROUBAUD (E.) et MEZGER (J.), 1934. — Influence du sang d'oiseau sur la fécondité du moustique commun, *Culex pipiens* L. *Bull. Soc. Path. Exotique*, **27**, 666-668.
- SCHUBERT (W.), 1928. — Biologische Untersuchungen über die Rübenblattwanze, *Piesma quadrata* FIEB., im schlesischen Befallgebiet. *Z. Angew. Ent.*, **13**, 129-155.
- SCOGGIN (J. K.), TAUBER (E. O.), 1950. — Survey of literature on insects lipids. *Iowa St. Coll. J. of Sc.*, **25**, 99-124.
- SHARAPOV (V. I.), 1951. — Influence du régime alimentaire sur la fécondité des femelles d'*Eurygaster maura* (Hémipt-hétéropt.). *Zool. Zh. U. R. S. S.*, **30**, (1), 84-85.
- SMITH (D. S.), NORTHCOTT (F. E.), 1951. — The effects on the grasshopper *Melanoplus mexicanus* SAUSS. (Orthop. Acrididae) of varying the nitrogen content in its food plant. *Canad. J. Zool.*, **29**, (5), 297-303.
- STILES (W.), 1930. — An introduction to the principles of Plant Physiology. *Methuen et Cie, Londres*, 615 pp.
- STREET (H. E.), KENYON (A. E.), WATSON (G. M.), 1947. — The estimation of free choline in plants. *Biochem. J.*, **40**, 869-74.
- SWINGLE (H. S.), 1928. — Digestive enzymes of the oriental fruit moth. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, **21**, 469-475.
- TAUBER (O. E.), DRAKE (C. J.), DECKER (G. C.), 1945. — Effects of different food plants on egg production and adult survival of the grasshopper,

- Melanoplus bivittatus* SAY. Iowa St. Coll. Jour. of Sc., **19**, 207-223 ; — *ibid.*, **19**, 349-359.
- TERROINE (E. F.), 1919. — Contribution à la connaissance de la physiologie des substances grasses et lipoidiques. Thèse, Fac. Sc. Paris., 397 pp.
- TERROINE (E. F.), 1936. — Le métabolisme de l'azote. I. Dépenses, besoins, couverture. II. Physiologie des substances protéiques : aliments, digestion, absorption, enzymes digestifs. **384** pp., PUF., Paris.
- TIMON-DAVID (J.), 1930. — Recherches sur les matières grasses des insectes. Ann. Fac. Sc. Univ. Aix-Marseille (S. 2), **4**, 25-207.
- TITSCHACK (E.), 1926. — Untersuchungen über das Wachstum, den Nahrungsverbrauch und die Eierzeugung. II. *Tineola biselliella* HUM. Gleichzeitig ein Beitrag zur Klärung der Insektenhautung. Zs. Wiss. Zool., **128**, 509-569.
- TITSCHACK (E.), 1930. — Zur Klärung des Wachstum, des Nahrungsverbrauch und der Eiproduktion bei Insekten. Forst. u. Fortschr., **6**, 422-423.
- TOUMANOFF (C.), 1949. — L'hémophagie variée et l'activité reproductrice chez *Aedes aegypti* L. et *Aedes albopictus* SKUSE. Bull. Soc. Path. Exot., **42**, (9-10), 466-470.
- TRAGER (W.), 1941. — The nutrition of Invertebrates. Physiol. Rev., **21**, 1-35.
- TRAGER (W.), 1947. — Insect nutrition. Biol. Rev., **22**, (2), 148-177.
- TROUVELOT (B.), 1934. — Le Doryphore de la Pomme de terre en Amérique du Nord. Ann. Epiph. et Phytogen., **1**, 277-330.
- TROUVELOT (B.), 1939. — Les phénomènes de résistance naturelle des plantes aux attaques des insectes et essai de leur utilisation pour la lutte contre le Doryphore. 7<sup>e</sup> Int. Cong. Ent. Berlin 1938, 2726-2730.
- TROUVELOT (B.), DIXMERAS (J.), GRISON (P.), LACOTTE (H.), 1937. — Remarques sur les rapports biologiques entre le Doryphore et diverses variétés de Pomme de terre. Rev. Path. Veg. Ent. Agric., **24**, (1), 32-39.
- TROUVELOT (B.), GRISON (P.), 1935. — Variations de fécondité du *Leptinotarsa decemlineata* avec les *Solanum* tubérifères consommés par l'Insecte. C. R. Ac. Sc., **201**, 1053-1055.
- TROUVELOT (B.), GRISON (P.), DIXMERAS (J.), 1936. — Remarques sur les différences d'attaque par le Doryphore de variétés courantes de Pomme de terre. C. R. Ac. Agric. Fr., **22**, 513-517.
- UVAROV (B. P.), 1931. — Insects and climate. Trans. Ent. Soc. London, **79**, 247 pp.
- WATTIEZ (M.), STERNON (F.), 1942. — Éléments de chimie végétale. Masson, Paris, 844 pp.
- WIGGLESWORTH (V. B.), 1939. — Source of the moulting hormone in *Rhodnius* (Hémip.). Nature, **144**, 752.
- WIGGLESWORTH (V. B.), 1949. — The utilisation of reserve substances in *Drosophila* during flight. J. Exp. Biol., **26**, (2), 150-163.
- WIGGLESWORTH (V. B.), 1950. — The principles of Insect Physiology. 4<sup>th</sup> ed. Rev. Methuen, London, 544 pp.
- WITTWER (S. H.), HASEMAN (L.), 1945. — Soil nitrogen and Thrips injury on Spinach. J. Ec. Ent., **38**, 615-617.
- WONG (W. S.), 1931. — On supplementing the mulberry diet of silkworms by the addition of protein. Lingnan Sci. Journ., **10**, (2-3), 273-278.



## REVUE DES LIVRES

EDNEY (E. B.). **The water relations of the terrestrial Arthropods.** L'eau chez les Arthropodes terrestres). Cambridge monographs in experimental biology, n° 5 A, VI, 109 p., 32 fig. Cambridge, 1957.

C'est avant tout sous l'angle physiologique qu'est abordé le problème de l'eau chez les Arthropodes. Après avoir rappelé quelques principes physiques sur la saturation et l'évaporation, l'auteur examine la transpiration et la structure de la cuticule, à la lumière des travaux récents. L'excrétion, l'osmorégulation et l'absorption de l'eau sont ensuite étudiées, en considérant les Arthropodes à tous leurs stades. Le dernier chapitre, consacré aux rapports entre l'eau et la température du corps, rapporte des observations et expériences faites au laboratoire et dans la nature. Un index et une liste de 245 références terminent ce petit volume, qui sera consulté avec fruit par les zoologistes intéressés par les problèmes d'écologie et de physiologie.

J. d'A.



---

Imprimerie BussiÈRE a Saint-Amand (Cher), France. — 9-12-1957

---

*Dépôt légal : 4<sup>e</sup> trimestre 1957*

*N<sup>o</sup> d'impression : 614*



**LE CHARANÇON DES SILIQUES**  
(*Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK.)  
**BIOLOGIE ET MÉTHODES DE LUTTE**

PAR

**L. BONNEMAISON**

Station centrale de Zoologie agricole, Versailles.

— — —

**PLAN DU MÉMOIRE**

- I. — Position systématique. Répartition géographique. Intérêt économique.**
- II. — Morphologie de l'adulte et des larves.**
- III. — Biologie.**
  - A. — Apparition des adultes au printemps.
  - B. — Accouplement et ponte.
  - C. — Développement des œufs et des larves. Nymphose.
  - D. — Sortie des jeunes adultes. Hivernation.
- IV. — Facteurs de la pullulation.**
  - A. — Facteurs climatiques.
  - B. — Plantes-hôtes.
  - C. — Prédateurs et parasites.
- V. — Nature et importance économique des dégâts.**
- VI. — Moyens de lutte.**
  - A. — Méthodes culturales.
  - B. — Moyens mécaniques.
  - C. — Traitement du sol.
  - D. — Traitements dirigés contre les œufs ou les larves.
  - E. — Traitements contre les adultes.
  - F. — Détermination des dates des traitements contre les adultes.
  - G. — Appareils de traitements.
- VII. — Conclusions.**

**Résumé.**

**Références bibliographiques.**

## I. — POSITION SYSTÉMATIQUE RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE — INTÉRÊT ÉCONOMIQUE

Le Charançon des siliques appartient à la famille des *Curculionidae*, sous-famille des *Calandrinae*, tribu des *Ceuthorrhynchini*.

La synonymie de cette espèce est la suivante (HOFFMANN 1954) : *Ceuthorrhynchus assimilis* PAYKULL 1792, *Monogr. Curc. Suec.*, p. 69 ; *C. fallax* SCHULTZE 1898, *Deutsche Ent. Zeitschrift* p. 267 (non BOH. 1845) ; *C. brassicae* FOCILLON 1852, *Rev. Zool. IV*, p. 124 ; *V. biskrensis* Pic, *Mis. Ent. IV* 1896, p. 43 ; Subsp. *litturatus* SCHULTZE l. c. 1903, p. 292 ; Subsp. *sardeanensis* SCHULTZE l. c. 1903, p. 292 ; *V. major* Escalera, 1914, *Trav. Mus. Madrid XI*, p. 479 ; *alanda* HERBST, 1792, *Käf. VI*, p. 410 ; *granulicollis* SCHÖNB, *Gen. Curc. IV*, 1837, p. 307 ; *obtrictus* MARSH. 1802, *Ent. Brit. I*, p. 255 ; *subrufus* MARSH. l. c. p. 282.

*C. assimilis* occasionne depuis plusieurs années des pertes importantes aux cultures de Crucifères en Suède, Hollande, Danemark, Angleterre, Allemagne, Suisse, Italie, Canada et aux Etats-Unis ; il a été également signalé en Crimée, Caucase, Yougoslavie, Turquie, Algérie, Maroc, Sardaigne.

En France, il a occasionné de 1852 jusqu'en 1949 des dégâts sporadiques aux cultures grainières de Crucifères maraîchères mais il était très rare dans les cultures de Colza qui ont été faites à partir de 1941. En 1950, j'ai constaté la présence de ces Insectes dans quelques champs de Colza d'hiver et j'ai noté de 0 à 2 p. 100 de siliques parasitées dans des cultures de Colza d'hiver de la région parisienne et du nord de la France. Ces Insectes ont brusquement pullulé en 1951 dans les principaux centres de production de Colza d'hiver : Somme (Roye), Aisne (La Ferté-Milon, Château-Thierry), Oise, Seine-et-Oise, Seine-et-Marne, Eure-et-Loir (Etrepagny). Il a été relevé de 40 à 100 p. 100 de siliques parasitées, chaque fruit ayant en moyenne 3 à 4 graines plus ou moins détruites. Dans la région de Roye (Somme) et du Plessis-Belleville (Seine-et-Oise) 98 p. 100 des siliques étaient attaquées ; il y avait en moyenne 40 p. 100 de graines partiellement ou totalement détruites et le rendement a été diminué de 30 à 40 p. 100.

L'enquête réalisée par les soins de l'Association générale des producteurs d'Oléagineux a permis d'évaluer à 2 500 millions de francs les dégâts occasionnés en 1951 par le Charançon sur les cultures de Colza d'hiver. Au cours des années suivantes, les superficies de cultures de Colza d'hiver ou de printemps attaquées par le charançon se sont progressivement étendues alors que l'importance des dégâts diminuait, par suite de l'application de traitements insecticides, dans les régions fortement éprouvées en 1951. Si la dissémination de l'Insecte a pu se

faire de proche en proche dans le bassin parisien, le nord et l'est de la France, il est à noter que des pullulations se sont produites à partir de 1953 dans les cultures isolées des départements du Gers et des Hautes-Pyrénées.

Il est cependant peu nuisible dans les régions soumises à un climat maritime (zones littorales du Nord, du Pas-de-Calais, de la Somme, de la Seine-Maritime, de l'Eure et du Calvados).

## II. — MORPHOLOGIE DE L'ADULTE ET DES LARVES

HOFFMANN (1954) subdivise le genre *Ceuthorrhynchus* en 9 sous-genres dont le *Subgen.* *Ceuthorrhynchus* comprenant 118 espèces.

Il était admis que *C. assimilis* présentait plusieurs variations considérées comme variétés ou sous-espèces :

— la s. *sp. gallo-rhenanus* SOLARI (SOLARI 1949) (*fallax* auct, non SCHULTZE) commune dans le bassin de la Seine.

— La s. *sp. litturatus* SCHULTZE qui se trouve dans tout le Midi, le sud de l'Espagne, le Maroc, l'Algérie et la Tunisie ; elle occasionne des dégâts aux cultures grainières de Radis dans le Vaucluse.

— La s. *sp. sardeanensis* SCHULTZE qui n'existe pas en France métropolitaine mais qui a été signalée en Corse et en Sardaigne ; SOLARI la considère comme étant une espèce présentant une sous-espèce (*diversi-rostris*) qui existe en Espagne, au Maroc, en Algérie et en Tunisie.

HOFFMANN (1955) a signalé récemment que la s. *sp. gallo-rhenanus* devait être élevée au rang d'espèce car elle a une biologie différente de *C. assimilis* : alors que *C. assimilis* ne pond que dans les siliques, la ponte de *C. gallo-rhenanus* est faite au travers du calice à l'intérieur du bouton floral.

Plusieurs espèces de *Ceuthorrhynques* peuvent être trouvées dans les cultures de Colza en France métropolitaine ; le tableau suivant, reposant principalement sur les travaux d'HOFFMANN (1951, 1954, 1955) permettra de les identifier.

Toutes les espèces énumérées ci-dessous ont des antennes de 7 articles au funicule.

1. Ongles simples, non dentés en dedans (fig. 1) : ..... 2.  
     Ongles dentés en dessous : ..... 4.
2. Longueur 1-1,7 mm — coloration noir bleuâtre avec un léger reflet métallique. Pattes noir bleuâtre, prothorax sans sillons médian ni latéraux : ..... *contractus* MARSH.  
     Longueur 2,5-3,5 mm — coloration noir plombé — antennes et pattes noires : ..... 3.
3. Stries élytrales non masquées par la rangée de fines (rapport de longueur à largeur 7-8 : 1) squamules grises qui en garnissent le

fond — Interstries revêtues de 2-3 rangées de squamules linéaires, légèrement plus épaisses que celles des stries bien que ne masquant pas les téguments. De profil, organe copulateur mâle flexueux, faiblement infléchi vers le sommet : ..... *assimilis* PAYK.  
 — Stries élytrales à squamules larges (rapport de longueur à largeur 4 : 1) très semblables à celles des interstries qui sont disposées sur 3-4 rangées formant avec celles des stries un revêtement très régulier, squamules plus denses de part et d'autre de la suture élytrale, notamment au tiers antérieur. Vu de profil, organe copulateur mâle régulièrement falciforme à sommet non bisinué : ..... *gallo-rhenanus* SOLARI.

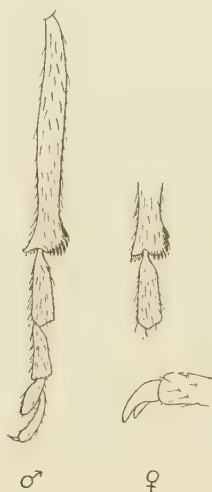


FIG. 1. — Pattes postérieures ; à gauche : mâle ; à droite : femelle ; en bas, ongles.

4. Scape antennaire graduellement épaissi de la base au sommet. Elytres d'un bleu d'acier — Long. 2,5-3 mm: *sulcicollis* PAYK.  
 — Scape antennaire formant une massue assez brusque dans son tiers ou son quart apical — Couleur grise à noirâtre : ..... 5.
5. Elytres ne présentant pas dans la région de l'écusson une petite tache rectangulaire pâle : ..... 6.  
 — Elytres présentant une tache scutellaire rectangulaire pâle .. 9.
6. Elytres à stries nues qui affectent en conséquence la forme de raies noires régulièrement parsemées de petites protubérances circulaires. Interstries avec 2 séries de squamules sur toute ou presque toute leur étendue — Long. 2,7-3 mm: *syrites* GERM.  
 — Elytres avec une série de squamules ou de très petites soies insérées dans l'intérieur de chaque strie : ..... 7.

7. Pronotum avec un sillon longitudinal médian accusé, revêtu, ainsi que les élytres, de squamules filiformes et peu serrées. Fémurs avec une dent et une touffe de squamules blanches — Long. 1,8-3 mm: ..... *pleurostigma* MARSHAM.  
— Pronotum avec un sillon longitudinal médian faiblement marqué dans la région moyenne, revêtu de poils cendrés assez longs et de quelques squamules linéaires blanches. Fémurs antérieurs sans dent, meso et meta-fémurs finement dentés — revêtement dorsal formé de squamules écruées effilées ..... 8.
8. Pronotum avec une saillie tuberculeuse à la partie moyenne, stries 2 fois moins larges que les interstries. Long. 2,7-3,2 mm: ..... *rapae* GYLL.  
— Prothorax sans tubercule latéral, stries 3 fois moins larges que les interstries. Long. 3-3,5 mm: ..... *napi* GYLL.
9. Sur les élytres, squamules oblongues, blanchâtres irrégulièrement disposées dans les stries et interstries et formant une tache scutellaire mal délimitée; en outre longues soies fauves mi-dressées. Long. 2-3,5 mm: ..... *quadridens* PANZ.  
— Fines squamules espacées seulement dans les stries, n'existant pas dans les interstries, courtes soies fauves dispersées et mi-dressées, tache scutellaire jaunâtre. Long. 2,5-3 mm: ..... *picitarsis* GYLL.

### Adulte

(Forme typique) (fig. 2). Long. 2,5-3 mm, oblong, légèrement aplati dorsalement au tiers antérieur des élytres, coloration des téguments noir légèrement brillant. Rostre assez fortement arqué, long. 2,5 mm de l'extrémité à la base inférieure, aplati dorso-ventralement et ayant la même largeur sur toute sa longueur, d'un noir brillant; de profil, s'amincissant très faiblement vers l'avant. Quelques squamules filiformes disséminées sur le front; vertex caréné. Antennes noir brillant, médianes; les deux premiers articles du funicule longs et sensiblement égaux, le premier se renflant fortement à l'extrémité distale et ayant à cet endroit un diamètre double du second, 3<sup>e</sup> un peu plus long que le 4<sup>e</sup>; 5<sup>e</sup>, 6<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup> presque sphériques et de diamètre progressivement croissant. Massue d'un diamètre 3 fois plus grand que les derniers articles du funicule et deux fois plus longue que large.

Pronotum subconique présentant latéralement une arête au tiers postérieur; squamules filiformes assez denses et régulièrement répartis, sillon longitudinal médian avec quelques squamules courts et larges aux deux extrémités. Pattes régulièrement squamulées sur la face externe; fémurs inermes, tibiais présentant quelques petites épines à l'extrémité

distale ; protibias droits sans denticule externe ; tarses relativement longs ; ongles simples.

Elytres se rétrécissant légèrement vers l'arrière ; stries 1,5 à 3 fois plus étroites que les interstries, assez profondes, avec un rang de squamules étroites, courtes et dispersées. Sur les interstries, squamules légèrement plus longues et plus larges que celles des stries, disposées en 2 ou 3 rangs et pas plus denses à la région basale de l'interstrie sutural.

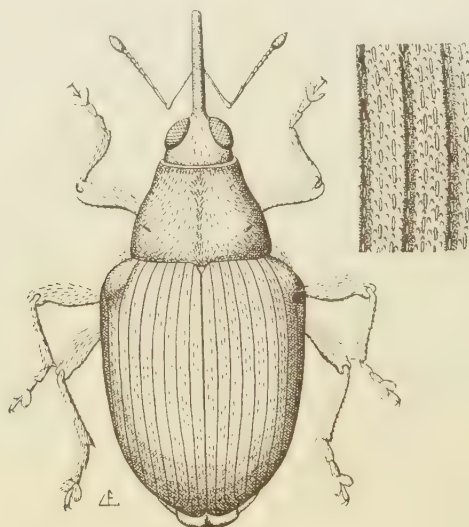


FIG. 2. — *C. assimilis*, mâle ; à droite, détail des stries et interstries.

Les meso et metatibias sont onglés à l'angle apical interne chez le mâle (fig. 1) ; en outre, la fossette anale est plus large et plus profonde (formant un triangle équilatéral) chez le mâle que chez la femelle où elle est ovale.

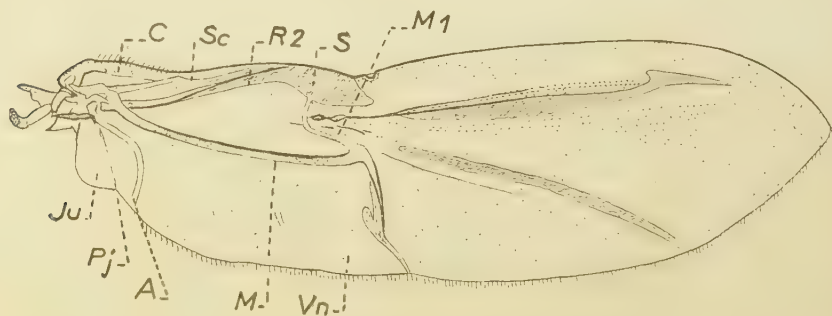


FIG. 3. — Aile de mâle : A. anale, C. : costale, Ju : jugum ou neala, M : médiane ; M1 : médiane 1 ; Pj : pli jugal ; R2 : radiale 2 ; S : stigma ; Vn : vannus.

**Ailes** (fig. 3). — Les ailes sont relativement longues : elles mesurent en moyenne 1 900  $\mu$ . La nervation est assez simple : elle comprend une costale *C* forte, une sous-costale *Sc*, parallèle sur une partie de sa longueur à la *R*<sub>2</sub> et se terminant au stigma *S*, une *R*<sub>2</sub> bien développée et une médiane *M* ; il existe, en outre, une anale *A*. Le *jugum* ou *ncala* *Ju* est bien délimité par le pli jugal *Pj* mais il n'y a pas de nervure jugale.

Pour se loger sous l'élytre, l'aile se replie en 4 temps presque simultanés : dans le premier temps, le *jugum* est rabattu et l'aile se replie longitudinalement (fig. 4, 1, 2) ; c'est la position que prennent les ailes lorsque l'Insecte atterrit. Dans le second temps, le *vannus* se plie en 3, 4 et 5 ;

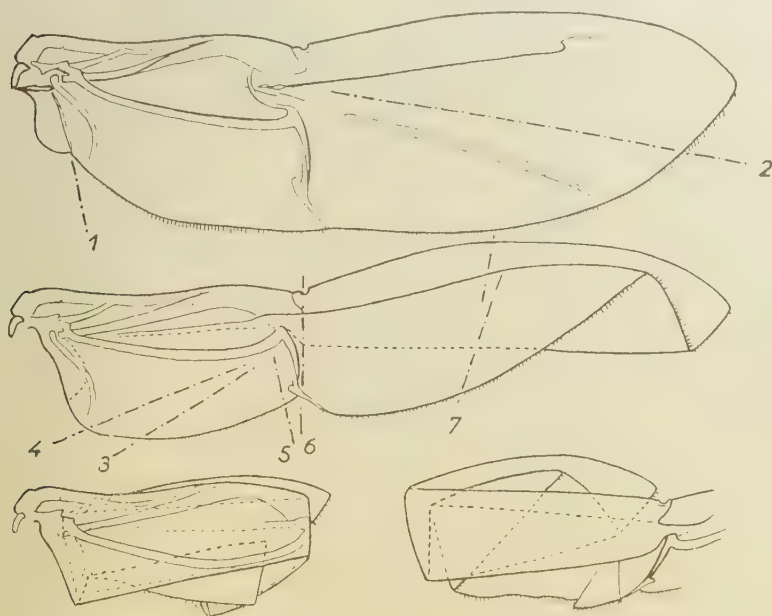


FIG. 4. — Mode de pliage de l'aile droite ; les chiffres indiquent l'ordre suivant lequel se plie l'aile. En bas et à gauche, l'aile totalement repliée ; en bas et à droite, la partie basale de l'aile droite a été rabattue vers la gauche afin de montrer le mode de pliage du reste de l'aile.

au troisième temps qui suit immédiatement le second, l'aile pivote autour du pli vannal (6) et vient se loger sous la portion basale ; enfin, dans le quatrième temps, le *remigium* se plie en deux (7).

**Organes reproducteurs. Mâle** (fig. 5 et 6) : Les mâles possèdent une paire de testicules *T* plurilobés de couleur blanc jaunâtre ; le canal déférent *C. d.* est très large. La vésicule séminale *V. s.* peut se dilater considérablement et être plus grosse que le testicule ; elle comprend deux parties : l'une, presque sphérique et hyaline, l'autre, en forme de boudin et de couleur blanc jaunâtre, reposant sur la partie sphérique.

Les glandes accessoires *g. a.* sont très petites et constituées de plusieurs lobes répartis autour du canal déférent.

Le canal éjaculateur *C. ej.* est long et forme une boucle très accusée avant d'aboutir à l'édéage où il débouche dans le sac interne. L'édéage présente une partie distale et incurvée (lobe médian *l. m.* ou pénis), faiblement infléchi par le sommet et se prolongeant à l'arrière par deux longues et étroites apophyses basales *a. b.* Le tegmen *Tg* est du type

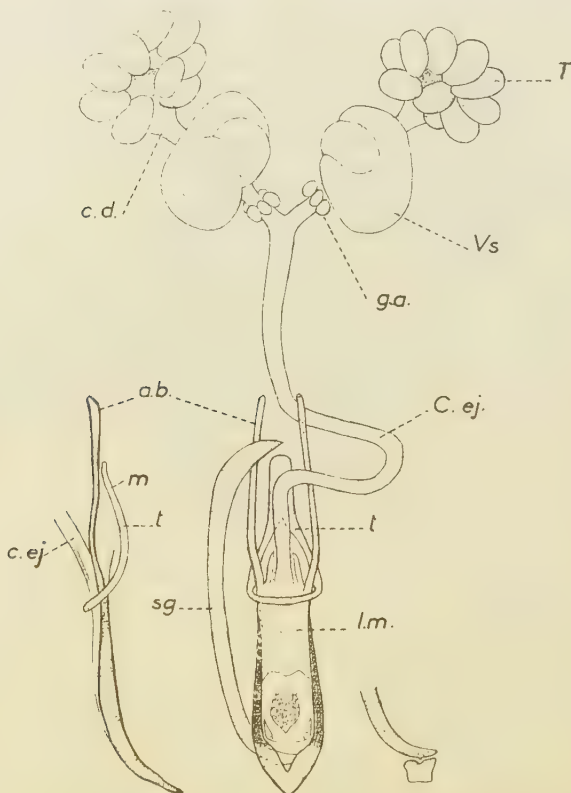


FIG. 5. — Organe génital mâle et édéage — 22 avril. *cd* : canal déférent, *C. ej.* : canal éjaculateur ; *g. a.* : glande accessoire, *T* : testicule ; *Vs* : Vésicule séminale. Édéage : vues latérale et dorsale ; *ab*, apophyse basale ; *C. ej.* canal éjaculateur ; *l. m.* : lobe médian ; *m* : manubrium du tegmen ; *s. g.* : segment génital (urite IX) ; *t. g.* : tegmen. A droite, extrémité distale du segment génital.

« en cavalier » (JEANNEL et PAULIAN 1944) formant un anneau à l'intérieur duquel le lobe médian peut coulisser ; les styles ont complètement régressé. Le segment génital *s. g.*, ou urite IX, est du type *spiculum gastrale*.

Les spermatozoïdes n'offrent rien de particulier ; leur longueur est de 72  $\mu$  en moyenne.

**Femelle** : Les organes reproducteurs femelles (fig. 7, 8, 9 et 34) comprennent deux ovaires à deux ovarioles réunis à leur partie antérieure

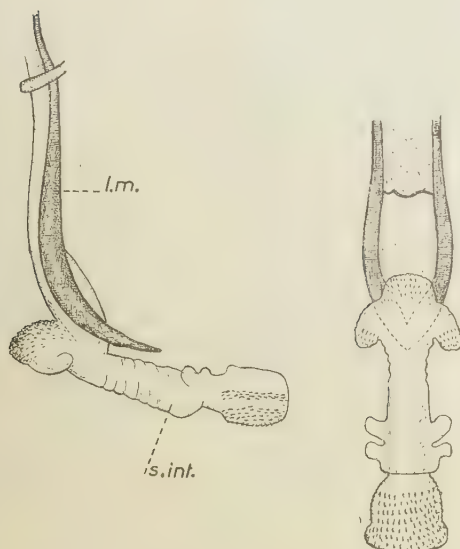


FIG. 6. — Organe mâle en érection ; *l. m.* : lobe médian ; *s. int.* : sac interne.

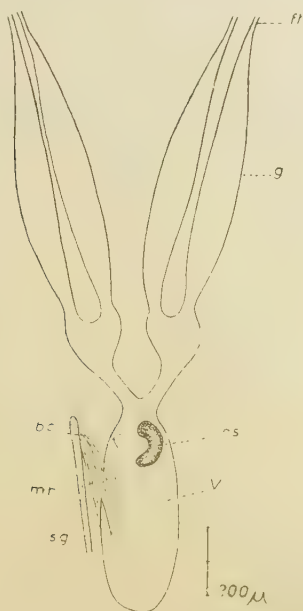


FIG. 7. — Ovaire au moment de la reprise de l'activité (27 mars 1953) *bc* : bourse copulatrice ; *fl* : filament terminal ; *g* : germarium ; *mr* : muscles rétracteurs ; *sg* : spicule gastrale ; *rs* : réceptacle séminal ; *V* : vagin.

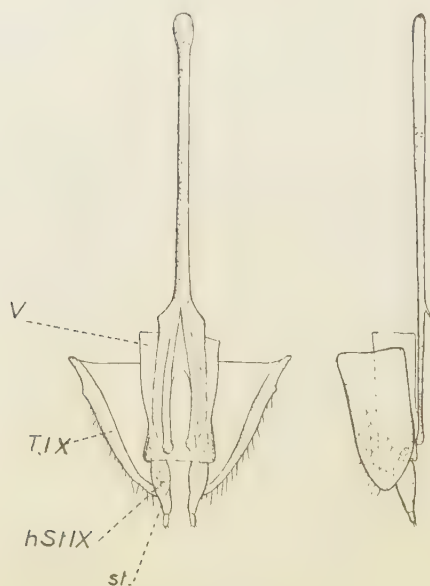


FIG. 8. — Armure génitale femelle — *h. st. IX* : hémisternite IX ; *st.* : style ; *T. IX* : 9<sup>e</sup> urotergite ; *V* : vagin.

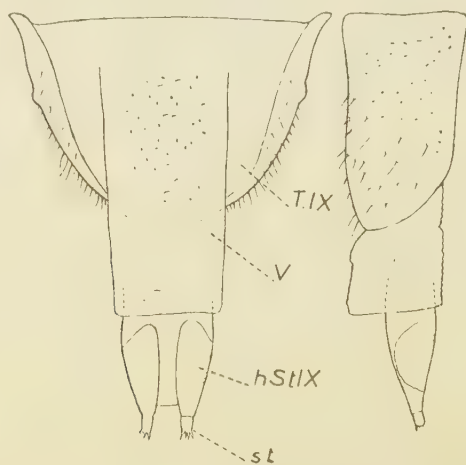


FIG. 9. — Armure génitale femelle — *h. St. IX* : hémisternite IX ; *st.* : style ; *T.* tergite ; *V.* vagin.

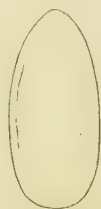


FIG. 10. — Fut.

par les filaments terminaux *f. t.* ; les ovarioles de chaque ovaire débouchent dans un oviducte, ou trompe, qui se dilate considérablement au moment de la ponte ; le réceptacle séminal *r. s.*, ou spermathèque, est court, en demi-cercle, fortement chitinisé ; la bourse copulatrice *b. c.* a la forme d'un petit mamelon.

L'armure génitale comprend une longue baguette chitinisée, la *spermatheca* *s. g.*, homologue de celle de l'armure mâle à l'extrémité de laquelle s'insèrent les muscles rétracteurs *m. r.* du vagin *V.* ; le segment génital comprend les hemistermites IX, *h. St. IX.* présentant deux portions chitinisées à l'arrière et supportant les styles *st* terminés par quelques soies sensorielles qui peuvent pénétrer dans le vagin. Au moment de la ponte, l'ensemble s'étire complètement, ce qui lui permet d'atteindre une longueur relativement considérable ; en période de repos, il peut être plus ou moins contracté. Le IX<sup>e</sup> tergite est bien développé et protège l'ensemble en période de repos.

Au moment où l'Insecte abandonne sa retraite hivernale, les ovarioles sont très peu développés (fig. 7) ; ils ne comprennent que le germarium *g*, d'une longueur moyenne de 0,50  $\mu$ , qui se développera très peu par la suite ; le vitellarium est pratiquement inexistant mais il va s'accroître rapidement au printemps peu après la reprise de l'activité (fig. 34).

### Larves

Les larves sont relativement allongées (fig. 11) ; les trois âges larvaires peuvent être distingués assez facilement par la mensuration de la longueur totale du corps et surtout celle de la largeur de la capsule céphalique.

Âge larvaire	Largeur tête	Longueur totale corps
1 <sup>er</sup> .....	210 — 220 $\mu$	1,10 — 1,7 mm
2 <sup>e</sup> .....	300 — 320	1,8 — 3,2 mm
3 <sup>e</sup> .....	490 — 520	4,5 — 5,3 mm

A la naissance, la longueur de la larve est de 0,75 à 0,80 mm.

Les trois âges larvaires ont sensiblement le même aspect général : au 1<sup>er</sup> et au 2<sup>e</sup> âges (fig. 12), la tête est relativement plus longue qu'au 3<sup>e</sup> âge. Les pièces buccales ont été décrites par LABOULBENE (1862) et HOFFMANN (1951).

**Larve au 3<sup>e</sup> âge.** — Longueur 4,5-5,3 mm ; largeur 1,2 à 1,3 mm. Corps blanchâtre à légèrement jaunâtre, faiblement arqué.

**Tête** (fig. 13) : Largeur 490-520  $\mu$ , arrondie, deux paires d'ocelles bruns, une paire de gros ocelles situés au voisinage de l'antenne et une paire d'ocelles un peu plus petits placés en arrière. Antennes très petites, à deux articles, article basal très aplati et beaucoup plus grand que l'article apical avec cinq ou six pores sensoriels de taille inégale. Suture

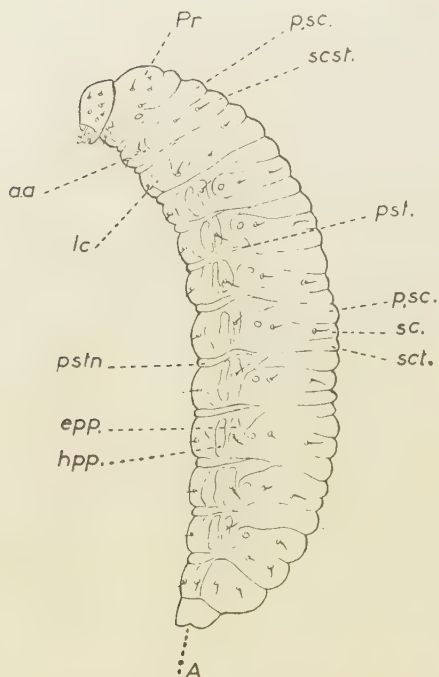


FIG. 11. — Larve au 3<sup>e</sup> âge; A : anus; a. a. : aire alaire; e. p. p. : épipleure; h p p. : hypopleure; l. c. : lobes coaux; Pr. : prothorax; p. s. c. : prescutum; p. s. l. : postcutellum; p. s. l. n post sternellum; sc. scutum, scst scutosternum; scl : scutellum.



FIG. 12. — Tête de la larve au 2<sup>e</sup> âge.

épiceraniale d'une longueur égale à la moitié de celle de la tête, sutures latérales subrectilignes. Epicerâne pourvu de trois grandes soies, une moyenne et 6 papilles coniques.

Front dépourvu de carène médiane, une longue soie à la partie antérieure et cinq courtes soies dont la disposition varie quelque peu suivant les individus. *Clypeus* trapézoïdal transverse (fig. 14) avec trois paires de soies courtes disposées en ligne parallèlement à la suture clypéo-frontale. *Labre* transverse, deux fois plus large que long, d'une lon-

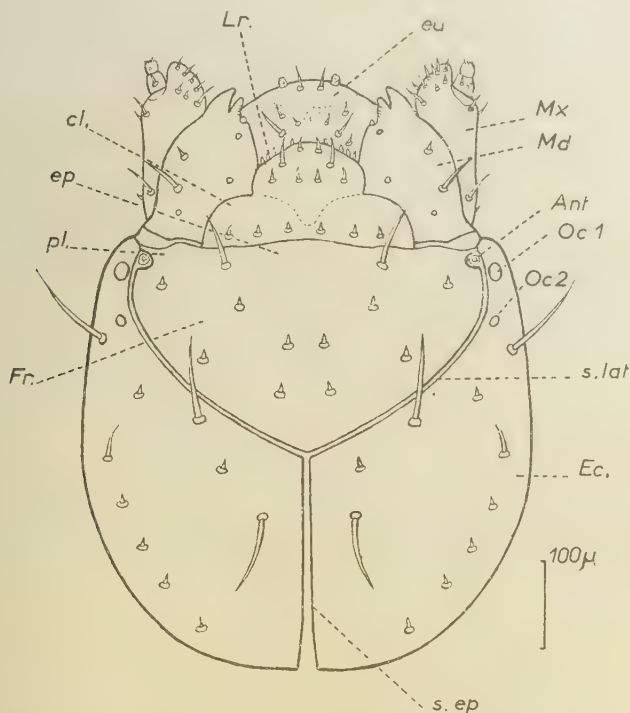


FIG. 13. — Tête de la larve au 3<sup>e</sup> âge. *Ant.* : antenne ; *cl.* : clypeus ; *Ec.* : épicerâne ; *ep.* : épistome ; *eu.* : eulabium ; *Md.* : mandibules ; *Mx.* : maxilles ; *Fr.* : front ; *Lr.* : labre ; *Oc 1*, *Oc 2* : ocelles ; *pl.* : pleurostome ; *s. ep.* : suture épiceraniale ; *s. lat.* : suture latérale.

gueur égale à celle du clypeus, bord antérieur convexe ; face dorsale avec quatre paires de soies, deux courtes, une moyenne et une longue. Sur la face sternale de l'*Epipharynx* (fig. 15) deux étroites lames épipharyngiennes, deux paires de papilles trichoïdes interlaminales *p. int.* et quatre paires de grosses papilles trichoïdes apicales *p. ap.*, la paire médiane étant plus mince que les trois autres.

*Mandibules* (fig. 14) : subtriangulaires, un peu plus longues que larges, bidentées, le bord interne de la dent subapicale avec 4 denticu-

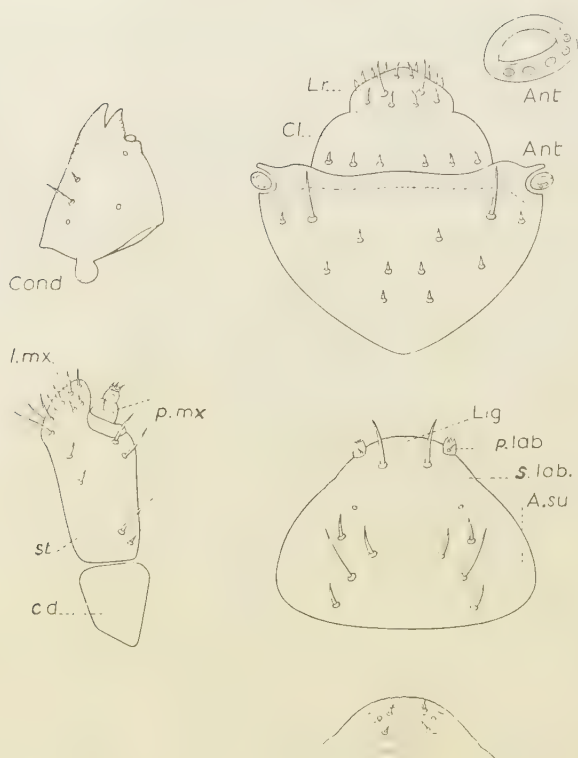


FIG. 14. — Labre et pièces buccales de la larve au 3<sup>e</sup> âge ; de gauche à droite, mandibule, labre. En dessous : maxille, labium et hypopharynx. *Ant.* : Antenne, *A. su.* : aire subfaciale ; *c. d.* : cardo ; *Cl.* : clypeus ; *Cond.* : condyle ; *Lig.* : ligula ; *Lr.* : labre ; *l. mx.* : lobe maxillaire ; *p. lab.* : palpe labial ; *p. mx.* : palpe maxillaire ; *s. lab.* : stipes labiaux ; *st.* : stipe.

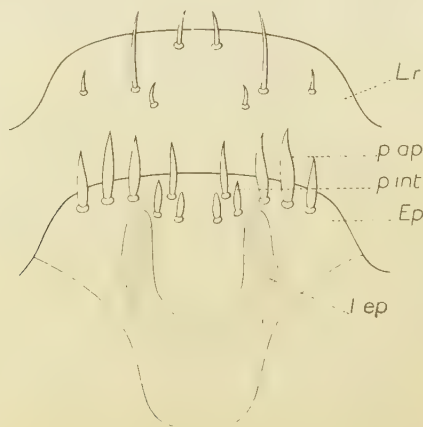


FIG. 15. — Larve au 3<sup>e</sup> âge : Labre (*Lr.*) et épipharynx (*Ep.*) ; *l. ep.* : lames épipharyngiennes ; *p. ap.* : papilles trichoides apicales ; *p. int.* : papilles trichoides interlamellaires.

lations secondaires, face dorsale avec une grande soie et une petite sur le bord externe. Trois pores, un externe et deux internes. Condyle très saillant, arrondi.

*Maxilles* : cardo-trapéziques, glabres. *Stipe* avec une longue soie à la base et deux autres longues soies à la partie antéro-externe, deux courtes soies et une papille trichoïde. Palpe maxillaire court à deux articles, le basal légèrement conique avec une soie et deux pores — article terminal avec un pore.

*Aire subfaciale* avec une forte soie médiane et trois paires plus petites. *Ligula* continue avec les *stipes* labiaux, face ventrale avec une paire de longues soies, face dorsale (ou buccale) présentant 2 paires de courtes soies et 2 pores sensoriels. *Stipes* labiaux étroits avec une paire de pores. Palpes labiaux avec seulement l'article apical apparent muni d'une courte soie.

*Hypopharynx* dépourvu de lames hypopharyngiennes et de maxillules mais présentant des stries irrégulières.

**Thorax et abdomen** : *Pronotum* avec le *prescutum* peu différencié du *scutoscutellum* présentant à l'avant de très fines spinules et 4 soies, aire alaire avec une soie, *Mesonotum* et *metanotum* présentant chacun une longue soie de chaque côté du corps et une plus petite en dessous, lobes coxaux à peine marqués, porteurs d'une courte soie.

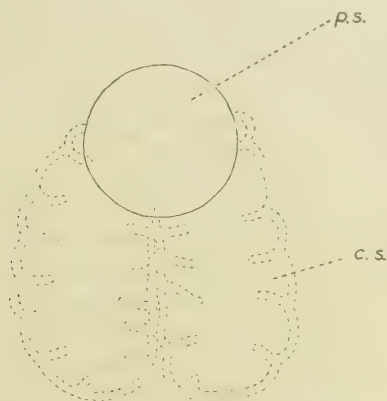


FIG. 16. — Stigmate de larve au 3<sup>e</sup> âge : — : chambre stigmatique ; P.S. : Soie stigmatique.

Les huit premiers segments abdominaux sont sensiblement identiques et formés chacun de trois replis : *prescutum*, *scutum* et *scutellum* ; une double rangée de soies sur chaque tergite, une soie par segment au voisinage de chaque stigmate et une soie par pleure.

Neuf paires de stigmates, une paire sur le mesothorax et huit paires de stigmates abdominaux répartis sur les huit premiers segments abdo-

minaux. J'ai observé que ces stigmates diffèrent fortement de ce qu'il a été signalé chez les larves de Curculionides. Les stigmates sont du type « *biforia* » c'est-à-dire qu'ils comprennent deux chambres stigmatiques (fig. 16). L'orifice atrial primaire est fermé et il existe une plaque stigmatique mince et circulaire ; les deux chambres secondaires présentent une armature chitinisée constituée par une mince baguette formant 6 à 8 circonvolutions ainsi que cela a été décrit chez diverses larves de Curculionides ; en outre, et en dessous de ces tronçons qui sont facilement visibles, un examen attentif permet de constater qu'il existe des bandlettes qui relient les deux bords de chaque chambre et dont le rôle doit être de maintenir écartées les parois de chaque diverticule.

### III. — BIOLOGIE

C'est en France que le Charançon des siliques a été signalé pour la première fois en tant qu'Insecte nuisible au Colza ; en 1852, FOCILLON le décrit sous le nom de *Grypoidius brassicae* ; en 1857, LABOULBÈNE indique que *G. brassicae* est, en réalité, *C. assimilis* décrit par PAYKULL en 1792, mais que le Charançon doit se développer dans les racines. Par des élevages, GOUREAU (1865) démontre que les larves de *C. assimilis* vivent dans les siliques de Navette alors que *C. sulcicollis* GYLL. THOMS. (*Ceuthorrhynchus pleurostigma* MARSHAM) se développe dans les racines.

CURTIS (1860) a donné quelques indications sur la biologie de l'Insecte en Angleterre ; il a observé l'éclosion des adultes le 20 juillet.

FERRANT (1811) admet qu'il y a deux générations par an si les conditions climatologiques sont favorables. En Allemagne, TASCHENBERG (1871) déclare qu'il y a deux générations annuelles mais, en 1870, il suppose qu'il n'y en a qu'une. VOSZ (1919) affirme que l'Insecte a deux générations et HEYMONS (1922) mentionne qu'il n'y a vraisemblablement qu'une génération annuelle.

*C. assimilis* a été observé pour la première fois au Canada (Colombie Britannique) en 1931 (MC LEOD 1953), et aux États-Unis en 1936 (BAKER 1936).

GUNTART (1949) a signalé qu'il était beaucoup moins commun en Suisse que *C. quadridens* PANZ et que *C. napi* GYLL. De courtes notes relatives à la biologie de ce Charançon ont été récemment publiées en Suède (SILVEN 1949) et en France (HOFFMANN 1951-1952, RISBEC 1952 *a, b, c, d*, BONNEMAISON 1951, 1952 *a, b, c*, 1954, 1955).

Je remercie vivement MM. CHANSIGAUD, RIDENT, et principalement M. PARISOT, agents techniques à la station qui ont effectué avec le plus grand soin les relevés biologiques ainsi que les essais insecticides de laboratoire.

## A. — APPARITION DES ADULTES AU PRINTEMPS

Il n'existe pas de parallélisme rigoureux entre la croissance de la hampe florale des Crucifères oléagineuses et celui de l'apparition ou du déplacement des Insectes nuisibles ; le développement des plantes a lieu même si la température est anormalement basse en mars ou en avril ; il est évidemment accéléré si la température est élevée. La sortie des Insectes nuisibles aux Crucifères oléagineuses ne peut se faire que lorsque la température-seuil a été atteinte ; si la température reste basse en avril, les boutons floraux auront un développement beaucoup plus avancé au moment de la sortie des divers Insectes que dans le cas où une période chaude se produit dans les derniers jours de mars ou au début d'avril ; ceci est particulièrement net pour *C. assimilis* qui a le seuil de température le plus élevé.

Afin d'indiquer d'une façon précise le stade de développement des boutons floraux aux différentes périodes de la vie de l'Insecte, j'ai appliqué la méthode de FLECKINGER sur les stades phénologiques du Pommier et du Poirier aux Crucifères oléagineuses. La figure 17 indique la terminologie utilisée.

En 1951, les premiers gros charançons de la tige du Colza (*C. napi*) ont été observés à Versailles à partir du 20 mars et ils ont été trouvés en grand nombre à dater du 24 mars ; l'apparition de *C. napi* dans les cultures de Crucifères a précédé de quelques jours celle des méligèthes qui n'ont été abondants que le 5 avril ; les autres espèces de charançons n'ont été notées sur les cultures de Colza que le 4 avril pour *C. sulcicollis*, le 5 pour *C. quadridens* et seulement le 16 avril pour *C. assimilis*. Dans la région de Roye (Somme) M. GODARD a observé l'apparition des méligèthes le 5 avril 1951 et celle des *C.* des siliques le 19 avril.

En 1952, les charançons de la tige du Colza sont apparus le 13 mars sur les navettes (Var. Rochechouart) ; les méligèthes n'ont été nombreux que le 8 avril, *C. quadridens* a été noté le 8 avril ; *C. assimilis* est apparu le 3 avril, mais une forte invasion n'a été notée que le 8 avril et les vols importants n'ont eu lieu que les 13 et 14 avril.

L'hiver 1952-53 a été assez froid et le Colza s'est développé lentement ; quelques *C. napi* ont été trouvés le 23 février sur des repousses de Colza et un accouplement a été observé le 3 mars ; le 13 mars, plusieurs femelles avaient des œufs mûrs dans les ovarioles et quelques œufs ont été trouvés sur de la Navette (var. Navette de l'Ouest) et du Colza précoce (var. Rochechouart) qui étaient aux stades phénologiques AB ; la hauteur des plantes depuis le collet jusqu'au sommet était de 38 mm ; les pontes ont été très importantes dès le 25 mars.

Les méligèthes sont apparus à partir du 11 mars et les premières pontes ont été trouvées le 25 mars ; quelques *C. quadridens* ont été notés

le 23 mars. Les charançons des siliques ont été trouvés à Versailles le 24 mars sur des Navets, des repousses de Colza et de la Navette ; ils

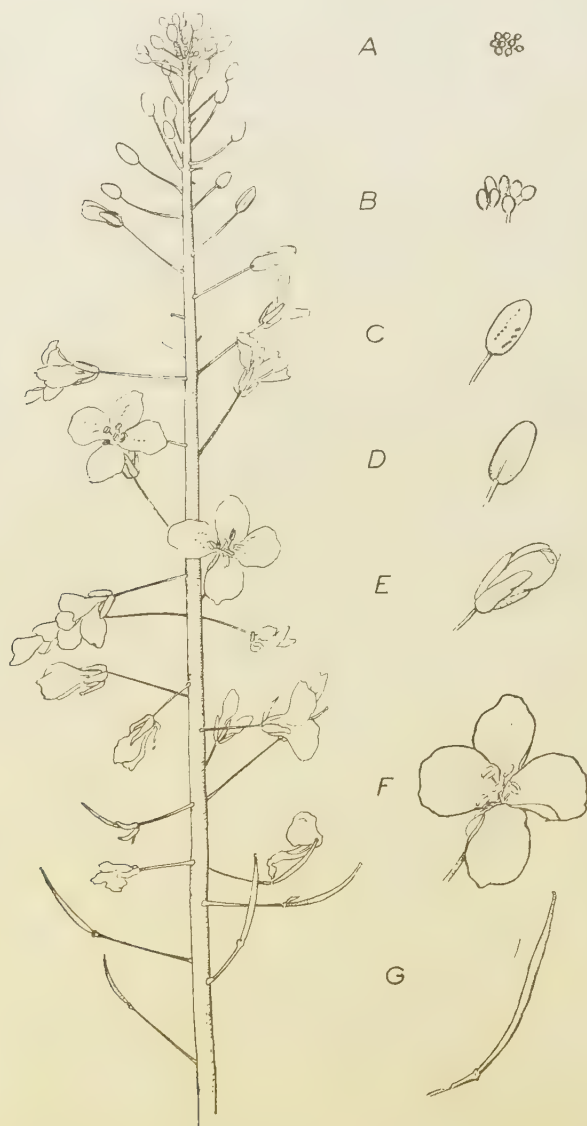


FIG. 17. — Divers stades phénologiques du Colza. (C. hiver Hohenheimer, 22 avril 1949).

sont apparus dès le 20 mars en Seine-et-Marne, ainsi qu'à Hombleux (Somme) : dans les cultures de cette localité, il y avait en moyenne 150 charançons pour 100 hampes florales à cette date.

En 1954, les charançons de la tige ont été observés le 24 février, les méligèthes et *C. quadridens* le 11 mars et les premiers charançons des siliques le 30 mars. En 1955 des *C. napi* accouplés ont été notés le 8 février ; les premiers *C. assimilis* ont été observés le 24 et le 25 mars. En 1956, les charançons des siliques ont été trouvés à partir du 30 mars.

### Facteurs écologiques conditionnant la reprise de l'activité et les déplacements

Les figures 18, 19 et 20 indiquent les températures maxima et minima journalières des mois de mars, d'avril et de mai 1951, 1952 et 1953, ainsi que les dates d'apparition des principaux Insectes parasites des Crucifères oléagineuses.

Les charançons de la tige du Colza (*C. napi*) sont les plus précoces ; ils ont été observés à Versailles à partir du 20-24 mars 1951, du 12 mars 1952, du 23 février 1953 et du 24 février 1954. Les températures minima et maxima ainsi que les précipitations durant la semaine qui a précédé leur sortie ont été les suivantes :

1951				1952			
	Min.	Max.	Pluie mm		Min.	Max.	Pluie mm
17 mars .....	12,5	18,7	4,9	6 mars .....	4,3	9,6	5,2
18 — .....	7,8	12,5	9	7 — .....	7,8	13,8	2,3
19 — .....	7,9	12,1	4,7	8 — .....	8,9	15,2	
20 — .....	4	7,6	1,6	9 — .....	7,3	13,5	4,9
21 — .....	0,5	8		10 — .....	7,4	11,9	0,3
22 — .....	3,8	12,8		11 — .....	1,9	12,2	
23 — .....	8,5	17,4		12 — .....	0,9	13,8	
24 — .....	4	8	0,5	13 — .....	0,7	10,7	

1953				1954			
	Min.	Max.	Pluie mm		Min.	Max.	Pluie mm
16 février .....	— 3	— 0,3	0,1	17 février .....	— 1,3	— 0,4	
17 — .....	— 6,1	3,2	0,4	18 — .....	— 1,5	2,2	
18 — .....	2,8	7,8	1,1	19 — .....	— 0,1	2,7	5,6
19 — .....	5,5	8,3	1,4	20 — .....	1	6,1	0,5
20 — .....	4,2	9,8	—	21 — .....	— 4,4	9,4	0,1
21 — .....	2,2	9,8		22 — .....	2	8,6	0,5
22 — .....	6,2	10,6		23 — .....	5	13,1	
23 — .....	3	11,4		24 — .....	1,8	11,9	

En 1955, les *C. napi* ont été trouvés le 8 février alors que la température moyenne était de 9,5° et la température maximum de 12,6°.

Il est également nécessaire que le sol soit suffisamment humide ; du 17 au 19 mars 1951, la température a été anormalement élevée, mais les Insectes ne sont apparus qu'après les précipitations du 17 au 20 mars.

Il peut être déduit de ces observations que, dans la région parisienne *C. napi* peut apparaître entre le 7 février et le 25-28 mars ; les facteurs qui conditionnent la sortie sont de deux ordres : une certaine humidité

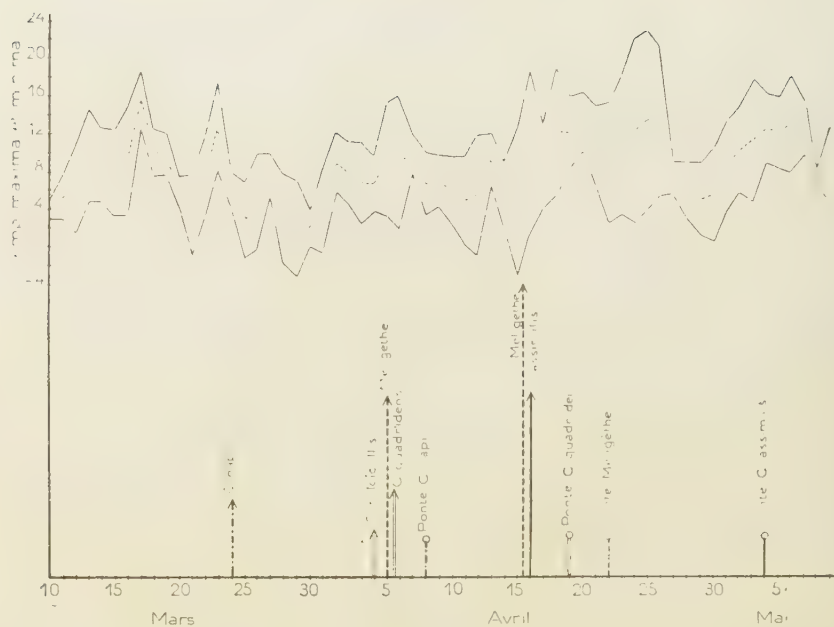


FIG. 18. — Dates de reprise d'activité et de début de ponte de *C. napi*, *C. sulcicollis*, *C. quadridens*, *C. assimilis* et *Meligethes aeneus* à Versailles en 1951.

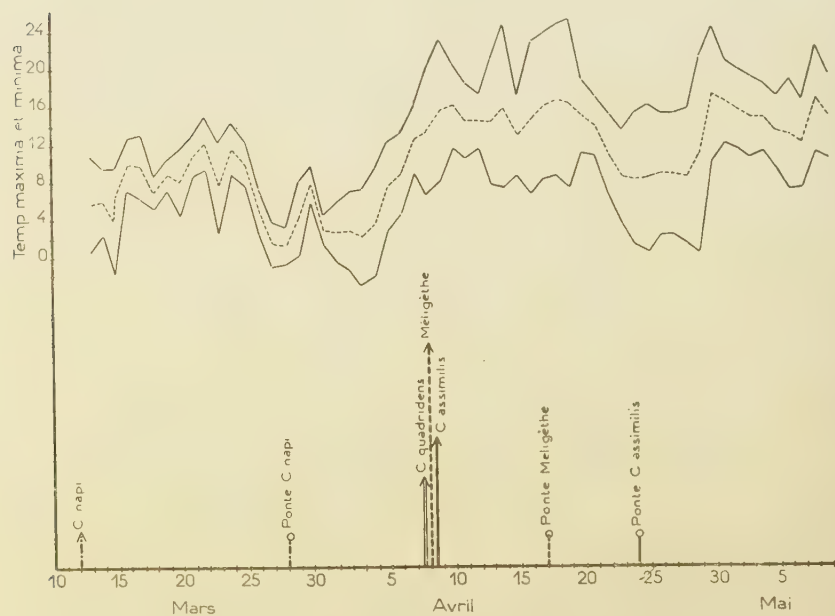


FIG. 19. — Date de reprise d'activité et de début de ponte de *C. napi*, *C. quadridens*, *C. assimilis* et *Meligethes aeneus* à Versailles en 1952.

du sol et une température moyenne supérieure à 7-8° combinée à une température maximum de plus de 11-12°.

Une notion plus précise serait évidemment celle de la température du sol, mais celle-ci varie considérablement suivant la nature de la terre : la température moyenne et la température maximum à 2 m sous abri varient dans des limites plus faibles que la température du sol, et sont beaucoup plus facilement mesurables.

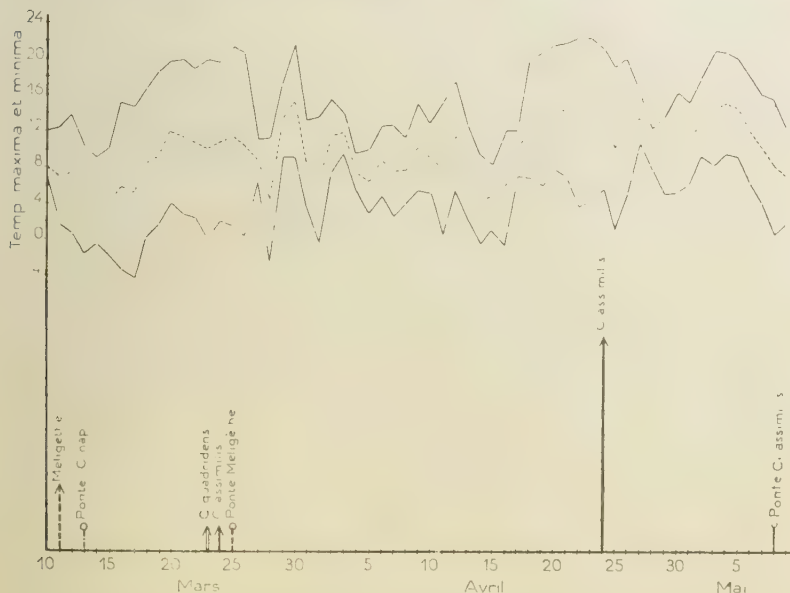


FIG. 20. — Dates de reprise d'activité et de début de ponte de *C. napi*, *C. quadridens*, *C. assimilis* et *Meligethes aeneus* à Versailles en 1953.

En Allemagne, DOSSE (1951) mentionne que la reprise de l'activité est liée à une certaine température moyenne, de faibles précipitations et à une somme de températures (variant de 1720° à 2376° suivant les années) entre la nymphose et la sortie.

Les mélégiethes commencent à circuler dès que la température moyenne est de 8 à 10°, mais ils n'effectuent des vols importants que lorsque la température maximum est supérieure à 12° pendant plusieurs jours ; ces déplacements peuvent atteindre 2 ou 3 km dans le cas où la température est voisine de 15°.

Quelques charançons des siliques ont été observés lorsque la température maximum n'était que de 8 à 9°, mais les sorties importantes n'ont eu lieu qu'à une température plus élevée : nous avons vu que les Insectes sont apparus à partir du 16 avril 1951, du 3 avril 1952, du 24 mars 1953, du 30 mars 1954, du 25 mars 1955 et du 30 mars 1956.

L'examen des graphiques 18, 19 et 20 montre que ces premières sorties correspondent aux jours où durant la dernière décade de mars la température maximum a atteint 15° et la température moyenne a été supérieure à 10°. L'humidité du sol conditionne également la reprise de l'activité : en 1953, la température a été anormalement élevée entre le 16 et le 26 mars, mais les Insectes ne sont pas apparus ; cela tient à ce que la terre était très sèche ; les précipitations n'ont été que de 20, 1 mm en février et le dernier jour de pluie a eu lieu le 19 février ; en mars, il n'est tombé que 1,1 mm d'eau. Il n'a plu que les 3, 4, 5, 6, 8 et 9 avril (24,2 mm), mais ces faibles précipitations ont été suffisantes pour permettre la reprise d'activité des Insectes. On peut donc conclure de ces observations que l'apparition des charançons hivernants est conditionnée par deux facteurs : une humidité suffisante du sol et une température maximum au moins égale à 15°.

Les charançons qui viennent d'abandonner leur retraite hivernale sont incapables le jour même de leur sortie d'effectuer des déplacements importants qui leur permettraient de trouver des cultures de Crucifères ; mais ils peuvent faire de courts déplacements dès le lendemain si la température est suffisamment élevée. En 1951, la température maximum a été inférieure à 13° du 7 au 16 avril et la température moyenne inférieure à 10,5° ; le 16 avril, la température moyenne n'a été que de 9,2° mais la température maximum a été de 18,9° ce qui a eu pour conséquence l'arrivée massive des charançons dans les cultures de Navette et de Colza ; le maximum d'Insectes a été relevé dans la parcelle de Navette le 20 avril (température moyenne 13,4°, température maximum 16,5°).

Des charançons récoltés à la fin du mois d'avril ont été élevés au laboratoire pendant 2 jours. Ils ont été placés à 8 h du matin dans plusieurs cagettes en mousseline et en rhodoïd renfermant en leur centre un thermomètre à mercure. À l'aide d'un radiateur électrique placé plus ou moins près des cagettes, la température a pu être augmentée graduellement ou brusquement.

À 14°, les charançons circulaient lentement et s'alimentaient ; quelques accouplements étaient notés. À 16°, les charançons se déplaçaient rapidement mais ne volaient pas. À 17°, il y a eu quelques vols qui se sont brusquement généralisés à 17,5° ; le vol avait lieu moins d'une demi-minute après que la température atteignait 17,5°. À 20-21°, les charançons volaient fréquemment ou se déplaçaient très rapidement sur les parois de la cagette ; cette activité se ralentissait lorsque la température atteignait 25-26°.

En 1952, quelques charançons ont été trouvés le 3 avril ; ils ont été plus nombreux le 7 avril (temp. max. 15,9°) et le 8 avril (temp. max. 19,7°), mais les déplacements massifs n'ont eu lieu que les 14 et 15 avril (temp. max. 13 avril : 20,8°, 14 avril : 24,6°, temp. moy. 13 avril : 14,3°, 14 avril :

15,20). Les vols ont été observés à cette date dans toute la région parisienne et le nord de la France. Un traitement par poudrage avec des insecticides efficaces a été effectué le 11 avril 1952 dans la région de Nesle (Somme) ; il n'a été trouvé que quelques Insectes le lendemain ; le 14, il a été observé un grand nombre de charançons dans le champ traité qui avait une superficie de 8,70 ha et il a été nécessaire de faire un second traitement le 15.

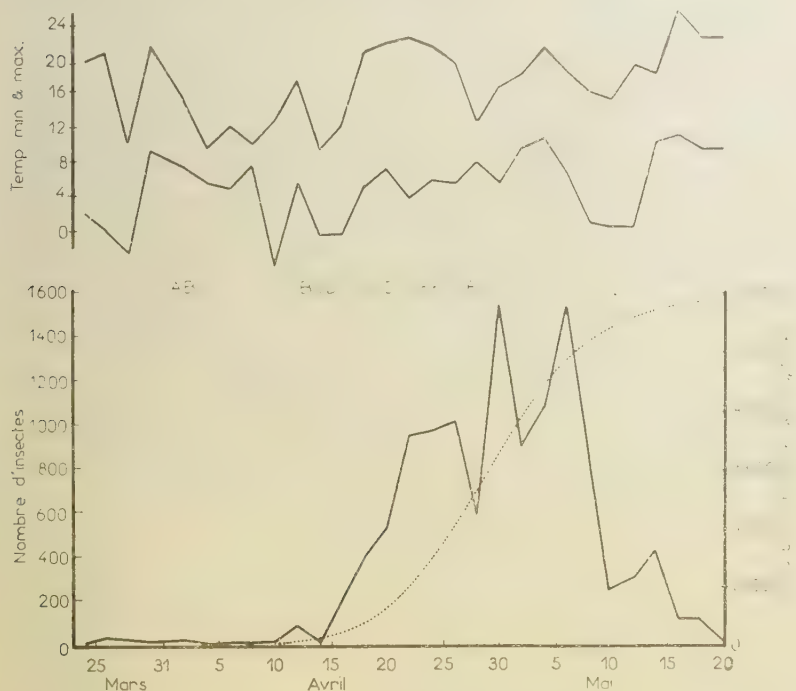


FIG. 21. — Captures de *C. assimilis* sur 100 m<sup>2</sup> de Navets en 1953, stades phénologiques moyens, températures maxima et minima journalières.

En 1953, les observations ont été faites en deux endroits : sur une petite parcelle de Navet d'hiver mesurant 16 × 3 m située non loin d'un bois et au voisinage immédiat d'une parcelle cultivée en Colza en 1951-52 et dans les collections de Crucifères oléagineuses de la Station d'Amélioration des Plantes.

Dans la parcelle de Navet, les Insectes ont été récoltés en totalité tous les jours ou tous les deux jours afin de déterminer l'échelonnement de la sortie et la durée de la période de dispersion des Insectes dont une partie venaient d'une culture de Navette et de Colza d'hiver d'une superficie de 1 ha environ située à 500 mètres. Les relevés ont été faits entre 14 et 15 h ; le graphique n° 21 indique le nombre de charançons capturés

rapportés à 100 m<sup>2</sup> de culture, le stade phénologique moyen des navets ainsi que les températures maxima et minima journalières.

On voit que les captures ont été importantes du 18 avril au 7 mai, ce qui revient à dire que les déplacements ont été fréquents durant toute cette période, soit pendant 20 jours ; elles ont été brusquement moins élevées par la suite, ce qui semble montrer que les vols ont fortement diminué à partir de ce moment ; cela peut également être dû pour une part à ce que les navets ne présentaient plus qu'un très petit nombre de fleurs et étaient en conséquence beaucoup moins attractifs.

Des numérations de *C.* des siliques ont été faites en 1951, 1952, 1953 et 1954 dans les collections et essais comparatifs de Crucifères oléagineuses de la Station d'Amélioration des Plantes ; elles ont porté sur 10 à 100 hampes florales prises au hasard dans des parcelles de Navette et de plusieurs variétés de Colza de précocités différentes situées à des distances inférieures à 25 m. Il a été reporté sur les graphiques n° 22, 23, 24, les nombres d'Insectes rapportés à 100 hampes florales, le stade

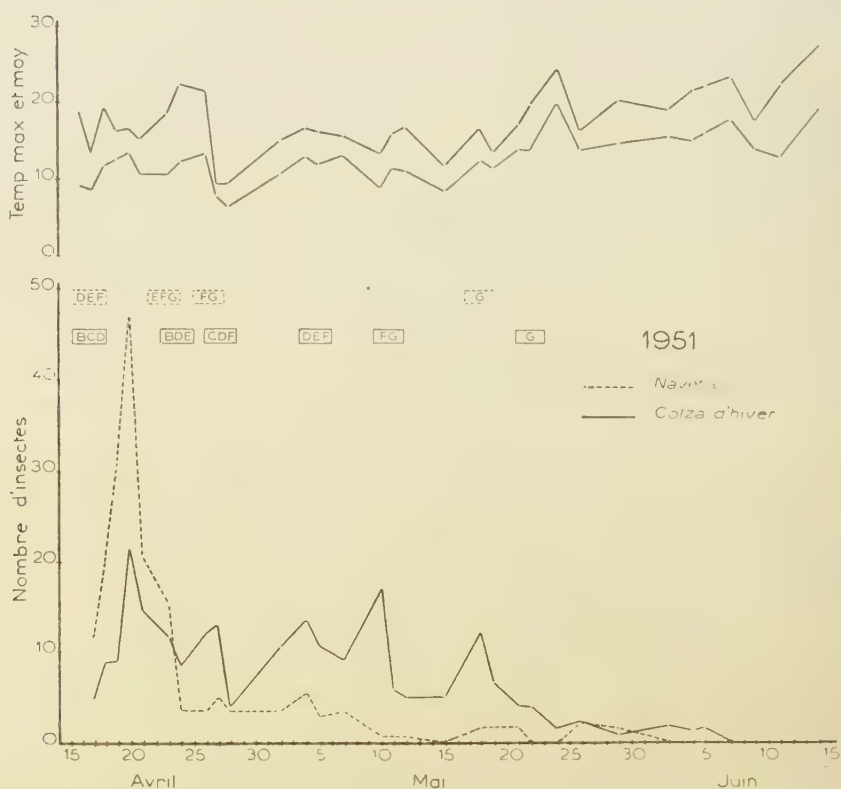


FIG. 22. — Températures maxima et moyennes, stades floraux et nombre de *C. assimilis* hivernants récoltés sur 100 hampes florales de Navette de l'Est et de Colza d'hiver (var. Alsace). Versailles 1951.

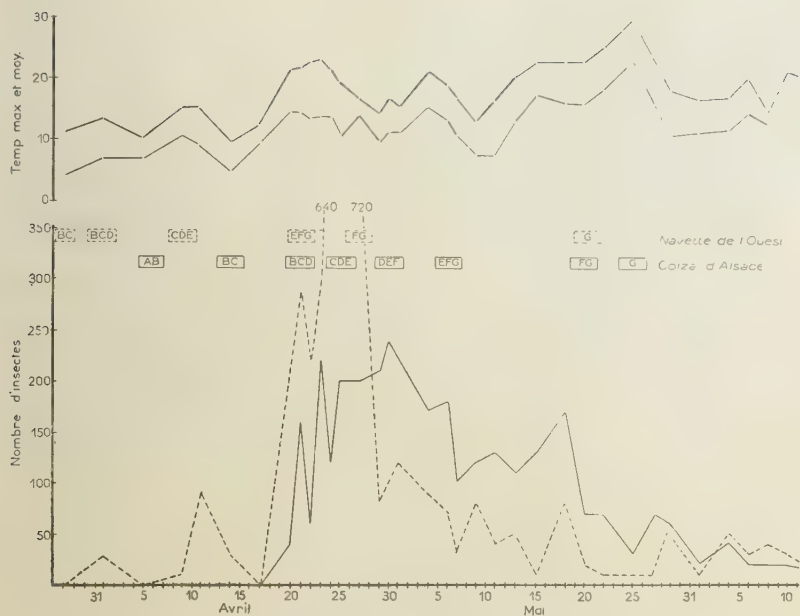


FIG. 23. — Températures maxima et moyennes, stades floraux et nombre de *C. assimilis* hivernants récoltés sur 100 hampes florales de Navette de l'Ouest et de Colze d'Alsace. Versailles, 1953.

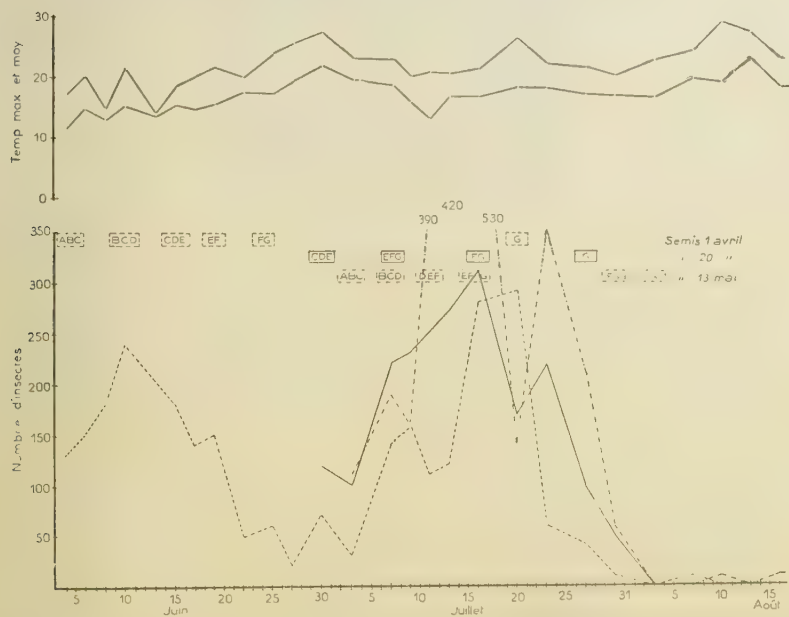


FIG. 24. — Températures maxima et moyennes, stades floraux et nombre de *C. assimilis* récoltés sur 100 hampes florales de Colza Liho semé le 1<sup>er</sup> avril, le 20 avril et le 13 mai. Expérience montrant la relation entre le stade moyen de floraison et le nombre de charançons capturés sur les hampes florales.

phénologique moyen ainsi que les températures journalières maximales et moyennes.

Dans les jours qui suivent leur sortie, les charançons se tiennent de préférence sur les plantes les plus précoces (Navette, Colza hâtif ou semé précocement, dont les boutons de la hampe florale principale sont aux stades B à F ; la population régresse lorsque la plupart des boutons sont aux stades F-G et les Insectes migrent sur les boutons moins avancés des plantes sur lesquelles ils se trouvent ou vers les variétés plus tardives.

Ces déplacements se poursuivent pendant la dernière décade d'avril et la première quinzaine de mai, exceptionnellement durant la première quinzaine de juin (1954) ; la floraison des Crucifères de printemps débute généralement à la fin du mois de mai et une assez forte proportion de charançons abandonnent les colzas d'hiver pour se porter sur les Crucifères de printemps.

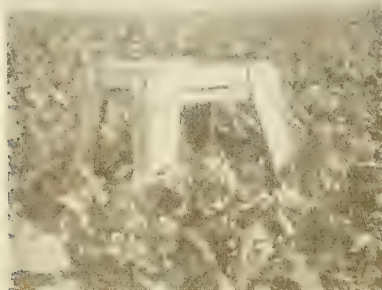


FIG. 25. — Modèle de bac-piège utilisé pour la capture des pucerons et des charançons des siliques.

J'avais remarqué en 1953 qu'il était capturé un grand nombre de charançons dans les bacs-pièges de MOERKEKE (bacs de tôle de 55 x 55 cm dont l'intérieur est peint en jaune vif et renfermant de l'eau, posés sur des supports d'une hauteur de 0,75 m) utilisés pour l'observation des vols de pucerons (fig. 25). Des bacs ont été confectionnés durant l'hiver 1953-1954 et répartis en 1954 dans des cultures de Colza.

Les conditions climatiques du printemps 1954 ont été très particulières ; après un hiver peu pluvieux, mais assez froid, est survenue une période très sèche (32,6 mm en mars, 4,8 en avril, 18,8 en mai). Cette sécheresse a entraîné, comme en 1953, un retard dans la reprise d'activité des charançons, mais ce retard a été fortement augmenté en 1954 par la température anormalement basse du mois d'avril et de la première décade de mai.

5 Insectes ont été trouvés le 30 mars à proximité d'un mur orienté

au midi et à la base duquel une végétation adventice importante permettait l'hivernation des charançons ; la première sortie des charançons a eu lieu le 13 avril à la suite d'une légère élévation de la température (temp. max. 12 avril : 16,8°, 13 avril 15,4°) mais un nombre important de charançons capturés sur 100 hampes florales n'a été relevé que le 24 avril, la température maximum ayant été de 16,3° le 23 avril, de 17,0° le 24

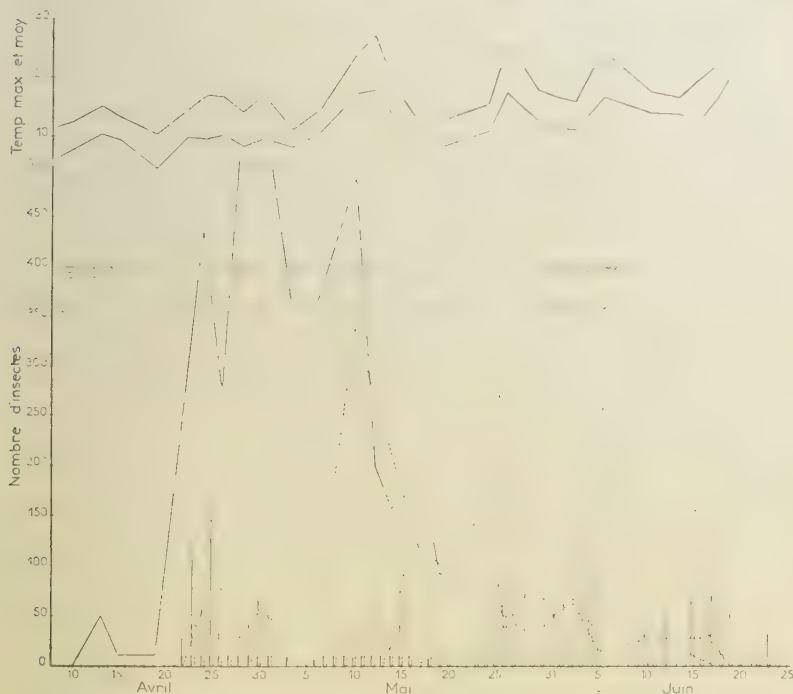


FIG. 26. — Comparaison des captures de charançons faites sur les hampes florales et dans les bacs-pièges situés dans deux champs distants de 500 mètres mais placés à une exposition différente. En trait plein, nombre de charançons récoltés sur 100 hampes florales de Colza d'Alsace situé dans un champ des Petits Prés ; les lignes verticales en trait plein indiquant le nombre de charançons capturés par bac ; en trait pointillé, nombre de Charançons récoltés sur 100 hampes florales de Colza d'hiver « Matador » placé dans le champ des Closeaux (non protégé) ; les lignes verticales en pointillé indiquant le nombre moyen de charançons capturés par bac dans ce champ. Versailles, 1954.

Du 24 avril au 7 mai la température maximum n'a été supérieure à 17° que le 26 avril (temp. max. 17,2°) et le 30 avril (temp. max. 17,5°) ; les nombres maxima de captures n'ont eu lieu que le 24 et le 30-31 avril, ce qui prouve que les charançons n'effectuent des déplacements importants que lorsque la température maximum est égale ou supérieure à 17,5°.

Contrairement à ce qu'il a été observé les autres années, les courbes

de captures n'ont pas présenté un seul maximum, mais plusieurs, le dernier ayant eu lieu le 12 mai.

Les bacs-pièges ont été placés le 19 mai dans les allées séparant les parcelles de Colza en deux endroits : dans les cultures de la Station d'Amélioration des Plantes (Closeaux) et dans un petit champ (Petits-Prés) situé le long d'un mur clôturant un bois ; les charançons qui tombaient dans les bacs étaient dénombrés tous les jours. Le graphique n° 26 indique le nombre moyen des charançons capturés dans les deux endroits rapportés à 100 hampes florales ou à un bac ; on peut remarquer que durant la période de reprise d'activité des charançons, les captures dans les bacs présentent un parallélisme remarquable avec les nombres de charançons relevés sur 100 hampes florales (la culture du Colza Matador a été traitée le 27 avril avec une poudre à base d'H. C. H.). Les captures ont été plus précoces dans le champ abrité (Petits Prés) où la température est plus élevée de 0,5 à 1° que dans le champ des Closeaux.

Au cours de la période de ponte, il y a eu un parallélisme rigoureux entre l'importance numérique des déplacements, mesurée par le nombre des charançons capturés dans les bacs, et la température (fig. 26).

Afin de préciser les relations entre la température et l'activité des Insectes, il a été relevé en 1954 et toutes les 2 h le nombre d'Insectes récoltés dans les bacs-pièges ainsi que la température (à l'aide d'un thermomètre-fronde) au moment du relevé ; les chiffres ci-dessous indiquent la moyenne par bac.

	Petits Prés (1)						Closeaux		
	28 Avril		14 Mai		26 Mai		28 Avril	14 Mai	26 Mai
	Ins.	Temp.	Ins.	Temp.	Ins.	Temp.	Ins.	Ins.	Ins.
9 h.....	0	11°	2	13°	55	22°	0	1	270
11 h.....	3	14°	5	14,5	17	25	0	3	109
13 h.....	12	17°	24	16,5	41	25,5	0	43	206
15 h.....	10	16°5	5	16	24	27,5	0	5	51
17 h.....	12	15°	12	15,5	17	25	2	9	38
19 h.....	2	14	6	14	0	17,5(2)		11	0
	39		53		154		2	94	674

(1) Aux Petits-Prés la température est supérieure de 0,5 à 1° à celle des Closeaux.

(2) Orage à 18 h.

On peut conclure des notations précédentes que les prises sont très faibles lorsque la température est inférieure à 15° dans la période de reprise de l'activité de l'Insecte ; par la suite, les charançons sont assez actifs le matin, même lorsque la température est légèrement inférieure à 15°. Les captures augmentent progressivement avec l'élévation de la température et sont très importantes aux températures égales ou supérieures à 17,5°-18° ; c'est à partir de ces températures que l'on observe

en plein champ les déplacements importants qui entraînent une brusque infestation des cultures (BONNEMAISON 1952). La vitesse du vent intervient également ; un vent moyen diminue l'ampleur des déplacements ; par vent fort, les Insectes restent à l'intérieur des fleurs ou se tiennent le long de la tige.

ANKERSMIT et VAN NIEUKERKEN (1954) ont procédé à des relevés comparatifs de charançons sur les plantes, dans des pièges de MOERICKE et sur des pièges à glu ; les trois techniques ont donné des résultats similaires ; les vols les plus importants ont été observés aux températures de 20-25° et lorsque la vitesse du vent était inférieure ou égale à 2 degrés Beaufort.

Afin de déterminer l'attractivité de diverses couleurs sur les charançons, des bacs colorés en bleu, vert, rouge, noir et blanc ont été répartis régulièrement dans un champ de Colza situé dans la pièce des Cloiseaux, un de ces bacs alternant avec un bac coloré en jaune ; tous les bacs étaient disposés sur 2 rangées parallèles écartées de 20 m et les bacs étaient également distants de 20 m sur chaque rangée. Il a été dénombré les *C. assimilis* et *C. napi* pendant toute la durée de l'expérience et, en outre, les mélégièthes du 25 avril au 5 mai.

Le tableau ci-dessous indique les nombres moyens de captures par bac et par décade.

TABLEAU I

*Captures de C. assimilis (A), C. napi (N) et Mélégièthes (M)*  
par bac coloré et par décade (1955).

Périodes d'observation	Coloration du bac					
	Jaune	Blanche	Verte	Bleue	Rouge	Noire
5 — 15 avril .....	8A — 0,2 N	1 A	1 N	1 N	—	—
16 — 25 avril .....	12A — 0,4 N	1 A	—	1 N	—	—
25 avril — 5 mai .....	51A — 1,1 N 538 M	4 A — 236 M	6 A — 254 M	3 A — 248 M	4 A — 178 M	1 A — 126 M
6 mai — 15 mai .....	32 A	7 A	5 A	4 A	3 A	1 A
16 mai — 25 mai .....	239 A	16 A	26 A	5 A	5 A	2 A
26 mai — 5 juin .....	1490 A	65 A	242 A	91 A	81 A	45 A

On voit que le jaune est beaucoup plus attractif que les autres couleurs pour le Charançon des siliques ; les différences sont moins accusées en ce qui concerne le Mélégièthe.

L'emploi de ces bacs en bordure des champs de Colza permet donc de déterminer facilement les dates auxquelles commencent les déplacements des charançons et l'importance numérique de ces déplacements.

GÖRNITZ (1956) a essayé des pièges colorés en combinaison avec un appât olfactif constitué par des tourteaux de Colza qui ont été laissés à fermenter. Il a constaté que la couleur jaune attire beaucoup plus de

méligèthes, de *Phyllotreta*, de *Ceuthorrhynchus quadridens* et *assimilis* que les couleurs verte et orange ; les Insectes n'ont pas été attirés par les couleurs blanche, bleue et rouge. Les essais combinés de pièges colorés et olfactifs montrent que l'odeur dégagée par la fermentation des tourteaux de Colza a une action attractive plus marquée que la couleur jaune ou verte pour les *Phyllotreta* et *C. quadridens* ; en ce qui concerne *C. assimilis*, le nombre d'Insectes capturés a été très faible et il n'a pas été possible de tirer des conclusions.

Les mois de mars et d'avril 1955 ont été chauds et très secs ce qui a retardé considérablement la sortie des Insectes.

	Mars		Avril		Mai	
	T. moy.	mm	T. moy.	mm	T. moy.	mm
1 <sup>re</sup> décade...	0,5	2,5	10,0	3,5	13,5	11,0
2 <sup>e</sup> décade...	1,4	0	9,1	0	9,0	24,8
3 <sup>e</sup> décade...	8,5	18,0	11,0	0,1	12,4	40,3

Il a été trouvé 1 Charançon le 24 mars, la température maximum ayant été de 17,5° la veille et une trentaine d'Insectes le 25 mars (temp. max. 24,3°) ; 5 bacs ont été mis en place dans une pièce de Colza des Closeaux et 5 dans une parcelle des Petits-Prés. Dans ces mêmes cultures, il était procédé à des prélèvements de charançons en donnant 200 à 1 200 coups de filet-fauchoir. Le tableau II indique, par décade, la moyenne des températures maxima et la température moyenne, le nombre moyen

TABLEAU II

*Nombres moyens de charançons capturés par bac  
et par 100 coups de filet-fauchoir. Versailles, 1955.*

Dates	Températures		Charançons par bac		Captures 100 coups fauchoir Petits-Prés			
	max.	moy.	Clo- seaux	P. Prés	Total	% d. femelles	% charançons parasités	
							mâle	féelle
20 — 31 mars.....	12,9	8,5	0	0	0,5	100	—	0
1 <sup>er</sup> — 10 avril.....	15,7	10,0	0,4	0,7	91	41	31	37
11 — 20 avril.....	14,7	9,0	8	14	283	27	32	63
21 — 30 avril.....	18,6	11,0	52	35	3150	28	11	29
1 <sup>er</sup> — 10 mai.....	18,8	13,5	36	42	10800	29	11	19
11 — 20 mai.....	14,0	9,0	20	41	2035	23	2	6
21 — 31 mai.....	18,5	12,4	521	076	3210	26	2	4
1 <sup>er</sup> — 10 juin.....	20,0	15,2	728	449	1348	35	2	3
11 — 20 juin.....	20,0	15,1	373	477	2385	28	5	24
21 — 30 juin.....	22,8	16,9	352	528	5470	49	19	23
1 <sup>er</sup> — 10 juillet.....	23,1	16,8	—	148	4452	35	12	52
11 — 20 juillet.....	27,7	21,8	—	170	5780	46	29	51
21 — 30 juillet.....	21,9	17,7	—	56	—	—	—	—

de charançons récoltés par bac pour la période de 10 jours dans le champ des Closeaux et dans celui des Petits-Prés ; enfin les dernières colonnes mentionnent les nombres de charançons capturés avec 100 coups de filet-fauchoir dans le champ des Petits-Prés, le pourcentage de femelles dans ces prises, les pourcentages de mâles et de femelles de charançons parasités par les *Perilitus*.

Les bacs ont été placés en 1955 presque exactement dans les mêmes conditions locales qu'en 1954, les parcelles ensemencées en Colza en 1955 étant par suite de la rotation culturale, contiguës à celles qui avaient été cultivées en Colza en 1954. L'examen comparatif des captures faites dans ces bacs en 1954 et 1955 montre que la densité de population des charançons a été beaucoup plus faible en 1955 qu'en 1954 jusqu'au 20 mai, elle a été ensuite à peu près la même en 1954 qu'en 1955.

Les captures dans les bacs ou à l'aide du filet fauchoir n'ont été de quelque importance que le 13 avril, le 21 avril, les 28-30 avril, les 10-12 mai, ces prises étant corrélatives d'une augmentation de la température maximum. Les captures dans les bacs ont par contre été importantes dans la 3<sup>e</sup> décade de mai.

S'il y a eu en 1954 une corrélation positive étroite entre le nombre de charançons existant sur les hampes florales et ceux capturés dans les bacs, il n'en a pas été de même en 1955. Le nombre des captures faites dans les pièges de MOERICKE ne constitue donc pas toujours le reflet de la population de charançons existant dans le champ ; il est nécessaire de compléter les notations par des relevés de populations de charançons sur les hampes florales ou de préférence à l'aide du filet-fauchoir ; les chiffres obtenus avec cet appareil peuvent varier considérablement suivant l'opérateur.

En résumé, les populations maxima de charançons se tenant au sommet des hampes florales ont été notées le 19 avril 1951, les 16-21 avril 1952, le 26 avril 1953, les 23-30 avril 1954, les 28-29 avril 1955 et durant la première décade de mai 1955. On peut donc en conclure que pour la région de Versailles, la période d'invasion primaire se situe en général dans les derniers jours du mois d'avril ; la précocité et l'importance relative de cette invasion primaire sont sous la dépendance de trois catégories de facteurs :

1<sup>o</sup> Une certaine humidité du sol où hivernent les charançons, conditionnée par des précipitations importantes dans la seconde quinzaine de mars et la première quinzaine d'avril, ce qui assurera une teneur en eau suffisante des tissus des charançons ; ceux-ci seront alors dans un état physiologique leur permettant de reprendre leur activité dès que la température-seuil sera atteinte.

Les Insectes qui viennent d'abandonner leur retraite hivernale se déplacent peu, même si la température est assez élevée ; il est nécessaire

qu'ils s'alimentent et qu'ils effectuent des vols courts avant d'être en mesure d'effectuer de grands déplacements ; la durée de ce « stade de réadaptation » peut varier de deux à plusieurs jours suivant la température.

2° Une période chaude et ensoleillée entre les derniers jours de mars et la fin de la première décade d'avril, avec des maxima supérieurs à 15° qui amènent l'Insecte à abandonner sa retraite hivernale et à exécuter de courts déplacements en marchant ou en effectuant des vols à faible hauteur. Ceci est confirmé de façon très nette par des observations en plein champ. En 1954, il fut capturé dans les bacs-pièges placés dans le champ des Closeaux une moyenne de 76 charançons par bac le 1<sup>er</sup> mai,

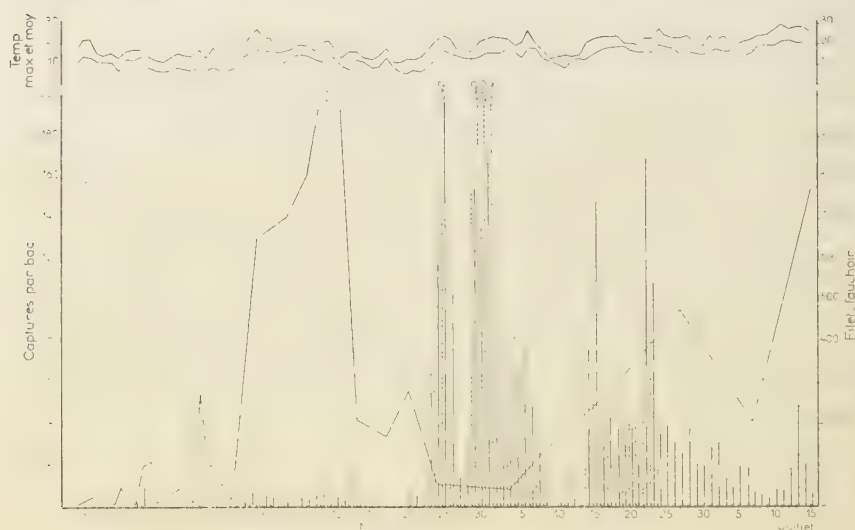


FIG. 27. — Captures journalières moyennes de charançons par bac-piège dans les champs des Petits-Prés et des Closeaux et captures moyennes de charançons par prise au filet-fauchoir. Versailles, 1955.

1 le 3 mai, 3 le 6 mai, 73 le 7 mai (fig. 26) ; les Insectes qui se trouvaient dans le champ le 1<sup>er</sup> mai sont restés pratiquement immobiles jusqu'au 7 mai, c'est-à-dire jusqu'au moment où la température maximum a été supérieure à 15°.

3° Si les températures maxima sont égales ou supérieures à 17,5°-18°, les charançons effectueront des vols importants qui entraîneront l'infestation des cultures de Navette ou de Colza ; ces vols ont eu lieu à partir du 7 mai 1954. Les charançons s'arrêtent d'abord sur les bords du champ et pénètrent ensuite progressivement dans le champ ; les bacs étant placés au centre de la pièce de Colza des Closeaux, les captures dans les bacs n'ont augmenté que le 12 mai alors que les relevés faits sur les hampes florales en bordure du champ comme dans le

centre accusaient une brusque augmentation de la population dès le 10 mai.

Peu après leur sortie, les Insectes se dissimulent à l'intérieur des fleurs de Navette, entre les boutons de Colza, ou dans les interstices du sol lorsque la température est inférieure à  $15^{\circ}$ . A une température plus élevée, ils circulent sur le sommet des plantes, pénètrent à l'intérieur des fleurs écloses ou se tiennent sur les boutons du sommet de la hampe florale principale. Des Insectes récoltés en plein air le 8 avril et élevés au laboratoire sur un pied de Colza en pot restaient, à la date du 12 avril, à l'intérieur des fleurs tant que la température était de  $15^{\circ}$  ; ils circulaient activement et volaient lorsque la température était portée à  $18^{\circ}$ - $20^{\circ}$  par le chauffage de la cage à l'aide d'une lampe.

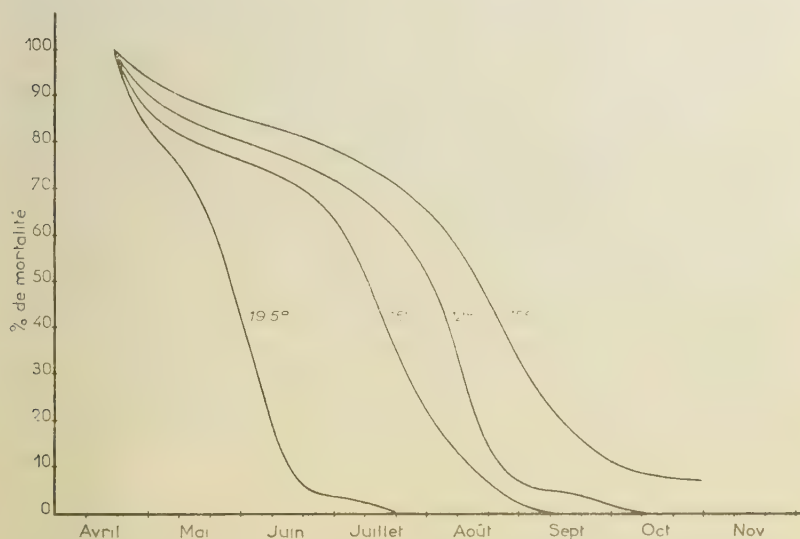


FIG. 28. — Courbes de mortalité de Charançons élevés aux températures constantes de  $7,5^{\circ}$ ,  $12^{\circ}$ ,  $15^{\circ}$  et au laboratoire (temp. moy.  $19,5^{\circ}$ ).

Des charançons récoltés en plein air le 15 avril 1954 ont été élevés au laboratoire (température moyenne  $19,5^{\circ}$ ) et dans des étuves réglées aux températures constantes de  $7,5^{\circ}$ ,  $12^{\circ}$  et  $15^{\circ}$  ; chaque lot comprenait 500 à 800 Insectes. La mortalité a été relevée tous les deux jours ; les résultats de cette expérience sont donnés par le graphique n° 28 ; on voit que la longévité des Insectes est considérablement augmentée aux températures de  $7,5$  et  $12^{\circ}$ .

A la température de  $19,5^{\circ}$ , la mortalité a été sensiblement la même pour les mâles et les femelles.

Le seuil thermique d'activité n'est pas constant ; il diminue avec

l'âge de l'animal ; c'est ainsi que le 24 avril, les Insectes de la cage se déplaçaient dans la cage et s'alimentaient alors que la température n'était que de 13-15° ; en plein air, j'ai observé le matin de ce même jour, alors que la température était de 11°, des charançons accouplés ou circulant sur les plantes et s'alimentant ; la plupart d'entre eux, cependant, se tenaient à l'intérieur de la corolle.

Durant les premiers jours qui suivent leur sortie, les charançons ne font pas preuve d'un phototropisme positif marqué ; par contre, à partir du 8<sup>e</sup> ou du 10<sup>e</sup> jour après leur sortie, ils se portent d'une façon très accusée sur la partie la plus éclairée de la cage lorsque la température est suffisamment élevée.

La localisation des Insectes sur le sommet des hampes florales est vraisemblablement liée au phototropisme et à la recherche de jeunes boutons.

Au cours de la période de déplacement, les Insectes s'abattent d'abord sur les lisières des champs de Crucifères et y séjournent pendant plusieurs heures ou plusieurs jours suivant la température ; ils se dispersent ensuite sur l'ensemble de la culture mais la population reste longtemps plus élevée sur les bords qu'au centre des parcelles.

Les charançons circulent activement après la période de vol par les journées chaudes et ensoleillées ; ils peuvent ainsi franchir des distances de plus de 3 km et réinfester des cultures qui ont reçu un traitement insecticide quelques jours auparavant ; des champs traités entre le 20 et le 30 avril 1952 ont présenté dès les premiers jours de mai une forte population d'Insectes provenant de cultures voisines non traitées. On ne peut donc espérer obtenir une efficacité satisfaisante des traitements insecticides que par l'application généralisée et sensiblement au même moment, de poudrages ou de pulvérisations sur toutes les cultures de Crucifères d'une région.

Dès leur arrivée dans les cultures de Crucifères oléagineuses, les charançons s'alimentent avec voracité ; ils rongent de préférence les boutons floraux parvenus au stade D mais s'attaquent aussi au pétiole des fleurs et à l'extrémité de la hampe florale ainsi qu'aux bractées. Ils forent un trou étroit (d. moyen 95 à 100  $\mu$ ) et profond dans les boutons floraux ; tout le rostre pénètre finalement dans l'orifice (y compris le scape qui vient alors s'appliquer dans le scrobe) jusqu'à une distance d'environ 100  $\mu$  des yeux. Lorsque l'Insecte ronge de jeunes boutons floraux, le rostre atteint les anthères ; l'animal rejette avec ses excréments les grains de pollen ; sur les boutons parvenus aux stades C, D, E, les sépales et les pétales sont seuls dévorés. Dans la plupart des cas, les morsures sont faites sur les sépales, notamment au tiers inférieur de celles-ci ; lorsque les Insectes disposent de fleurs parvenues au stade F (fig. 17) les morsures peuvent être également faites sur les pétales de

l'extérieur vers l'intérieur ou inversement ; les trous faits directement dans les pétales sont légèrement ovoïdes et d'un diamètre de 200 à 220  $\mu$  ; parfois l'animal mordille les pétales à partir de la perforation primitive et la morsure peut alors avoir un diamètre de plus de 1 mm.

La pénétration du rostre au travers des sépales et des pétales se fait très rapidement en raison de la tendreté des tissus ; le rostre, dont la longueur moyenne est de 780  $\mu$ , pénètre à une profondeur de 300 à 400  $\mu$  en 2 minutes et de 600 à 680  $\mu$  en 5 à 6 minutes en moyenne.

Les bords de la plaie ne tardent pas à blanchir ; à la floraison, les sépales et les pétales présentent de petits trous circulaires un peu plus gros que le diamètre du rostre en raison de la croissance des tissus après la morsure (fig. 29). Ces lésions ne nuisent pas au développement de la fleur et ne provoquent ni l'atrophie des grains, ni des malformations des siliques.



FIG. 29. — Morsures nutritives sur les boutons, sépales et pétales du Colza d'hiver. 30 avril 1953.

Les charançons peuvent également s'alimenter des jeunes feuilles ou des bractées de Colza ou de Chou ; leurs morsures sont alors arrondies, d'un diamètre de 320 à 1 200  $\mu$ , et n'intéressent que l'épiderme supérieur ou l'épiderme inférieur ; ce n'est que de place en place que la feuille est perforée sur toute son épaisseur.

Lorsque les colzas sont aux stades D à G, les charançons s'alimentent principalement des jeunes siliques des Crucifères sauvages ou cultivées. Le rostre traverse les parois du fruit et ronge les ovules ; sur une jeune silique, une seule morsure nutritive peut détruire 2 ou 3 ovules ; sur les siliques plus âgées, les morsures n'atteignent qu'un ovule et plus souvent n'intéressent que la valve lorsque les graines sont suffisamment séparées les unes des autres. Ce sont donc les morsures les plus précoces qui sont les plus préjudiciables.

Les morsures sont généralement circulaires, d'un diamètre de 100

à 120  $\mu$  ; lorsqu'elles sont faites sur les tissus tendres des jeunes siliques, ces morsures peuvent être larges de 100  $\mu$  et longues de 400 à 500  $\mu$ . Elles sont relativement beaucoup plus nombreuses sur les jeunes siliques que sur les fruits âgés ; elles sont faites de préférence suivant l'axe longitudinal de l'une des valves mais elles sont notées également de part et d'autre, parfois même sur l'articulation des deux valves. Lorsque les mandibules rongent la paroi des ovules, le liquide qui remplit ces derniers s'écoule à l'extérieur après le départ de l'Insecte et forme une gouttelette presque sphérique, hyaline, qui s'étale ensuite sur le pourtour de la plaie. La perforation reste béante pendant quelques jours mais se cicatrise rapidement, et il se forme souvent à cet endroit une petite protubérance interne (fig. 30) lorsque le rostre traverse la paroi du fruit et externe

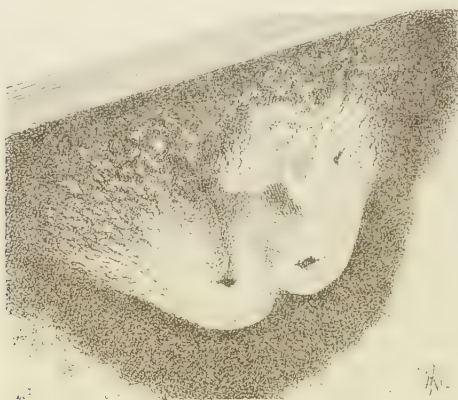


FIG. 30. — Protubérance interne consécutive à une morsure nutritive présentée par une silique du Colza d'hiver. 10 juillet.

lorsque l'épiderme interne de la valve n'est pas lésé. A la fin du mois de mai et à une température moyenne de 13°, les morsures nutritives sont obstruées en 7 à 10 jours ; à la fin de juin, les protubérances se forment très rapidement ; la figure 30 représente l'excroissance qui s'est formée le 9<sup>e</sup> jour après la morsure. Ces excroissances, lorsqu'elles viennent d'être constituées, ont un diamètre de 500 à 800  $\mu$  et une hauteur de 200-250  $\mu$  alors que le diamètre du trou de morsure n'est plus que de 65-70  $\mu$ .

Les parois des siliques ayant presque atteint leur taille définitive étant relativement résistantes, les Insectes éprouvent beaucoup plus de difficultés à effectuer leurs morsures que dans les boutons. Ils se placent suivant l'axe longitudinal du fruit et s'agrippent fortement à la silique avec les pattes antérieures et moyennes ; les pattes postérieures sont placées parallèlement aux deux autres ou simplement posées sur la silique, les tarsi étant disposés parallèlement à l'axe longitudinal du

fruit. Les mandibules rongent alors l'épiderme de la silique et le rostre pénètre obliquement ; les antennes effectuent de temps à autre de petits mouvements de bas en haut ; le rostre s'enfonce alors lentement dans le fruit, même s'il est jeune ; sur une silique longue de 50 mm, il pénètre de 350 à 400  $\mu$  en 2 minutes et demie, de 600 à 680  $\mu$  en 10 minutes. En raison de la courbure accusée du rostre, lorsque celui-ci est à mi-course, la partie qui émerge est perpendiculaire au fruit, la pénétration du rostre se poursuit obliquement et la tête s'approchant de plus en plus du substratum, l'Insecte dresse la partie postérieure du corps en s'aidant des pattes postérieures. Pendant le travail de forage, la tête est animée de temps à autre de petits mouvements de haut en bas.

La digestion peut se faire très rapidement : des charançons qui avaient été privés de nourriture pendant 3 jours ont rejeté des gouttelettes liquides 70 minutes après le début de l'alimentation. Ces gouttelettes sont presque sphériques, légèrement opalines et d'un diamètre de 300 à 400  $\mu$  ; elles sont déposées en grand nombre sur les pétioles, les tiges et les feuilles.

Les charançons effectuent également des morsures superficielles qui n'ont le plus souvent aucun effet nuisible sur les plantes.

## B. — ACCOUPLEMENT ET PONTE

D'après DOSSE (1951), les charançons de la tige (*C. napi*) apparaissant en premier sont uniquement des femelles dont les ovaires ne sont pas parvenus à maturité ; les œufs sont formés une semaine après la sortie des Insectes et c'est à ce moment que les mâles, dont les organes génitaux sont mûrs, reprennent leur activité.

Afin de déterminer l'ordre d'apparition des deux sexes de *C. assimilis* ainsi que la proportion des mâles et des femelles, j'ai effectué, à intervalles réguliers, des récoltes d'Insectes sur les hampes florales dans la collection de Navette et de Colza de la Station d'Amélioration des Plantes ainsi que dans des champs de Colza et en outre, en 1953, dans la parcelle de Navet où ont été faites les récoltes totales des Insectes (p. 409). Les résultats de ces numérations sont exprimés en pourcentage de femelles sur le graphique n° 31 ; les courbes de 1954 et 1955 indiquent les pourcentages de femelles dans les récoltes faites avec le filet-fauchoir.

RISBEC (1952) a signalé que la proportion des femelles augmente progressivement et atteint 50 p. 100 vers la mi-mai ; ainsi que le montre le graphique, la proportion des femelles est presque constamment inférieure à 50 p. 100. Les premières femelles apparaissent généralement quelques jours plus tard que les premiers mâles, mais les proportions des deux sexes restent sensiblement constantes. Il n'y a donc pas, contrairement à ce que mentionne RISBEC, un décalage significatif dans l'apparition des

deux sexes. La proportion de femelles, pour l'ensemble des récoltes effectuées à Versailles, a été de 34 p. 100 en 1952, et de 37 p. 100 en 1953 ; en 1954 et 1955 elles ont été depuis le début d'avril jusqu'au 30 juin respectivement de 22 et de 32 p. 100. Il est à noter que la proportion de femelles est plus faible dans les captures faites au filet-fauchoir ce qui semble montrer que les femelles se tiennent de préférence à la base des hampes florales. Nous verrons ultérieurement que les mâles sont également beaucoup plus nombreux que les femelles au moment de l'éclosion.

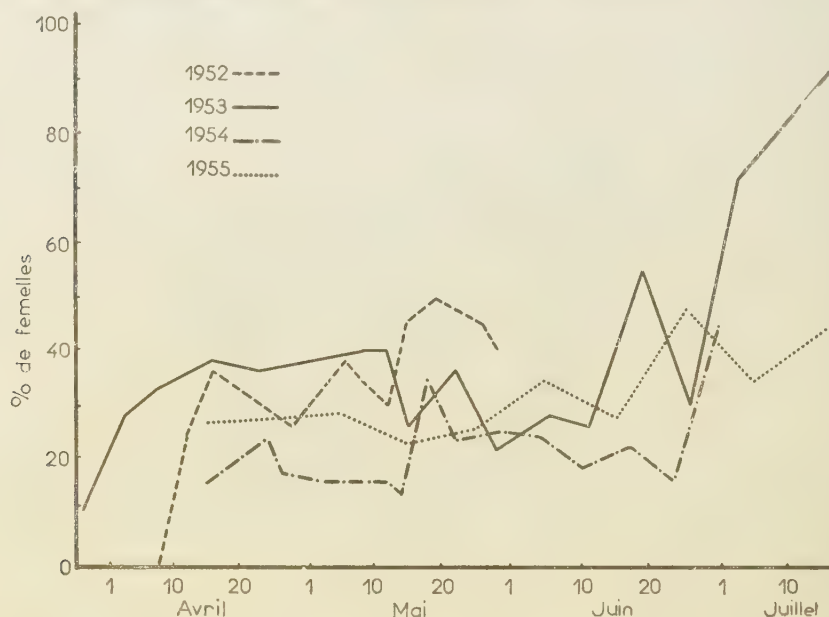


FIG. 31. — Pourcentages de femelles parmi les charançons récoltés à la main sur les hampes florales en 1952 et 1953 et au filet-fauchoir en 1954 et 1955.

Les organes sexuels des mâles et des femelles seraient, d'après HEYMONS, très développés dès la reprise de l'activité, les testicules seraient mûrs peu de temps après la sortie du sol et les glandes séminales renfermeraient des spermatozoïdes ; chaque ovariole renfermerait un œuf presque mûr.

Mes observations ne concordent pas avec celles de HEYMONS ; en règle générale, les mâles sont sexuellement mûrs mais les ovarioles des femelles sont très peu développés ; les femelles les plus précoces s'accouplent très peu de temps après la reprise de l'activité, souvent le jour même, et bien avant que les ovaires soient complètement développés ; des accouplements ont été notés à partir du 16 avril 1951, du 8 avril 1952 et du 25 mars 1953. Les Insectes se tiennent au sommet de la plante, sur les boutons ou à l'intérieur de la fleur.

Les accouplements sont extrêmement fréquents au cours des jours qui suivent l'arrivée des charançons dans les champs ; ils se produisent aux heures les plus chaudes de la journée, mais à partir du 15<sup>e</sup> jour après la sortie, ils ont lieu lorsque la température n'est pas très élevée, le plus souvent vers 17-19 heures, ou au début de la matinée. J'ai noté de nombreux accouplements le 24 avril 1952 à 10 heures du matin alors que la température n'était que de 11° et un accouplement à 9° ; par temps froid, les accouplements peuvent avoir lieu à toute heure de la journée. Dans les élevages réalisés aux températures constantes de 12 et de 7,5°, il a été observé de fréquents accouplements à 12° ; ils ont été rares à 7,5°.

Les prémices de l'accouplement sont souvent fort longs ; arrivé à proximité de la femelle, le mâle agite vivement les antennes, s'efforce de se hisser sur le dos de cette dernière en l'abordant par l'arrière et fait saillir son pénis en étirant les derniers segments abdominaux ; les tibias antérieurs du mâle entourent le prothorax de la femelle ou les tarses reposent sur le pronotum ; les ongles et les tarses des pattes moyennes s'agrippent entre le prothorax et le bord antérieur des élytres ou sous l'abdomen ; les tibias postérieurs reposent sur les élytres, les tarses étant relevés vers le haut.

Les antennes ainsi que l'extrémité de l'abdomen du mâle sont animés de rapides mouvements de bas en haut ; finalement le mâle soutient l'extrémité abdominale de la femelle avec les tarses postérieurs et introduit son pénis, ramène vers l'arrière l'extrémité de son abdomen et distend les derniers segments abdominaux de la femelle ; il se produit ensuite des mouvements d'avant en arrière du pénis, l'extrémité du sac interne étant seule maintenue dans le vagin, et l'expulsion d'une grosse quantité de liquide séminal dont une partie tombe sur le support en formant une gouttelette hyaline. Tous ces mouvements se font en 1 à 3 minutes.

Lorsque l'abdomen de la femelle est étiré en arrière, il y a vraisemblablement une émission d'une odeur particulière qui provoque une excitation extrême chez les charançons se trouvant dans les parages immédiats ; un, deux et même trois autres mâles se hissent sur le dos du mâle accouplé et les tentatives d'accouplement se généralisent brusquement parmi les charançons du voisinage ; il est possible que l'effet de groupe intervienne pour une part.

Les premiers accouplements peuvent durer plusieurs heures ; durant le coït, le mâle se tient sur le dos de la femelle ; celle-ci s'alimente et se déplace en transportant son partenaire. Ils se répètent souvent jusqu'à la mort des Insectes mais leur fréquence diminue progressivement à partir de la 3<sup>e</sup> décade de mai.

**Croissance des ovaires et ponte.** - Les femelles qui apparaissent dans le courant du mois de juillet ont des ovarioles très réduits dont la

longueur est en moyenne de 400 à 460  $\mu$  entre le 15 et le 30 juillet ; elles s'accroissent quelque peu par la suite et atteignent dans le courant du mois d'août 650 à 800  $\mu$  (fig. 32). Au moment de la reprise de l'activité, elles ont une longueur moyenne de 800  $\mu$  et ne comprennent guère que le germarium qui s'est épaissi fortement à la fin de l'hivernation (fig. 37) ; le vitellarium s'accroît rapidement par la suite et présente des constriction qui s'accusent au fur et à mesure de l'allongement du vitellarium. En règle générale, ces constriction commencent à être bien visibles lorsque la longueur totale de l'ovariole est de 1 400  $\mu$ , le germarium mesurant 800 et le vitellarium 600  $\mu$  ; à ce stade les ovules ne sont pas encore différenciés ; ils apparaissent lorsque l'ovariole mesure 1 500 à

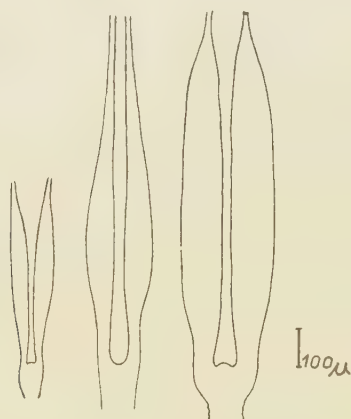


FIG. 32. — De gauche à droite, oövarioles de jeunes femelles venant d'éclore (entre le 15 et le 30 juillet) de femelles un peu plus âgées (1 au 30 août) et l'année suivante au moment de la reprise d'activité (1 au 15 avril 1954).

1 800  $\mu$ . Les œufs atteignent leur longueur maximum dans l'ovariole lorsque celui-ci mesure 2 000 à 2 400  $\mu$ . Quand l'ovariole mesure 2 200  $\mu$  il y a en moyenne 9 ovocytes bien délimités ; le germarium a une longueur de 900 à 1 200  $\mu$ .

Enfin, les œufs mûrs se trouvent dans le calice et dans l'ovariole lorsque l'ovariole mesure plus de 2 500  $\mu$ , rarement lorsqu'il a une longueur inférieure à 2 300  $\mu$ . En pleine période de ponte les ovarioles ont une longueur totale de 2 500 à 3910  $\mu$  et chacun d'entre eux 8 à 16 ovocytes, en moyenne 12 à 14, et 3 à 4 œufs parvenus à maturité dans le calice.

Afin de déterminer la température-seuil de développement des ovarioles et l'influence de la température sur celui-ci, il a été élevé des charançons récoltés peu après leur reprise d'activité (11-13 avril 1955) aux températures constantes de 7, 9,5°, 12, 15, 18 et 22°.

A la température de 7-9°, les ovocytes ne se développent pas ou d'une façon extrêmement lente ; la longueur moyenne des ovarioles qui était de 1 100  $\mu$  au début de l'expérience était de 1 220  $\mu$  le 11 mai et de 2 630  $\mu$  le 8 juillet mais il n'y avait à cette date un début de formation des œufs que chez un très petit nombre d'exemplaires.



FIG. 33. — Ovariole quelques jours avant le début de la maturation des œufs.

A 12°, la longueur moyenne des ovarioles était de 2 010  $\mu$  entre le 4 et le 9 mai et 65 p. 100 des Insectes avaient des œufs bien développés dans les ovarioles mais non dans les calices ; le 2 juin, les ovarioles n'étaient guère plus développés que le 9 mai et les œufs existant dans les ovarioles étaient plus ou moins désorganisés.

A 18°, la longueur moyenne des ovarioles était de 2 020  $\mu$  le 25 avril et 50 p. 100 des charançons avaient des œufs mûrs dans les ovarioles ; le 17 mai 30 p. 100 des femelles avaient des œufs mûrs dans le calice.

Enfin, à 22°, la longueur moyenne des ovarioles était de 1 910  $\mu$  le 17 avril ; le 17 mai, les ovarioles atteignaient 2 300  $\mu$  chez quelques exemplaires mais il n'y avait quelques œufs que dans les ovarioles.

La croissance des ovarioles se fait de façon irrégulière dans ces éle-

vages à température constante et les résultats fournis par ces expériences ne peuvent être interprétés qu'avec une certaine réserve. Il semble qu'une température constante de 22° soit supérieure à l'optimum pour le développement des ovarioles ; par ailleurs, la croissance des ovarioles a varié considérablement suivant les individus. D'autres essais poursuivis aux

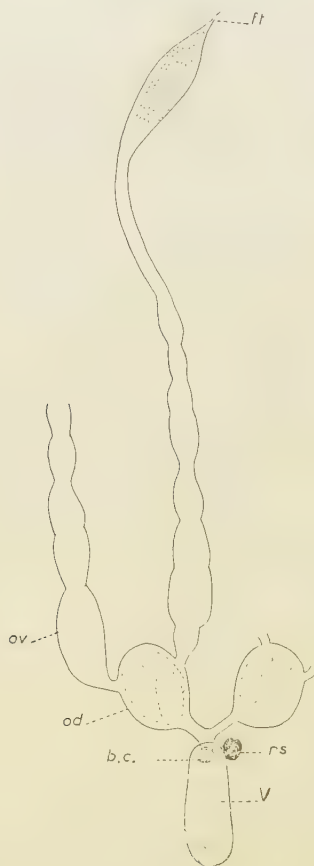


FIG. 34. — Ovariole ayant des œufs mûrs dans l'oviducte. *b. c.* : bourse copulatrice ; *ft* : filament terminal ; *od* : oviducte ; *ov* : ovariole ; *rs* : réceptacle séminal ; *V* : vagin.

températures constantes de 7,9 et 11° permettent d'admettre qu'en moyenne, la température constante-seuil de développement des ovarioles est de l'ordre de 9°.

Des charançons récoltés en plein air le 11 avril et élevés au laboratoire à la lumière naturelle et à une température moyenne de 18-20°, alimentés avec des hampes florales épanouies et fréquemment renouvelées avaient, 40 jours plus tard, des ovarioles qui n'étaient guère plus déve-

loppés qu'au début de l'expérience ; le 20 mai, 60 p. 100 des femelles avaient des ovarioles d'une longueur de 1400-1500  $\mu$  et présentant seulement un début d'annulation.

D'autre part, des charançons ont été récoltés tous les jours ou tous les deux jours en 1951, 1952, 1953, 1954 et 1955 dans une petite parcelle dont une partie était occupée par du Colza d'hiver ; ces Insectes étaient disséqués afin de suivre le développement des ovaires.

En 1951, la sortie des Insectes a commencé le 16 avril, le maximum de charançons a été noté le 20 avril et la ponte a débuté le 4 mai, soit 18 jours après la reprise de l'activité.

Les charançons ont été notés à partir du 8 avril 1952, avec un maximum le 17-20 avril, et la ponte a débuté le 24 avril mais n'a été générale qu'à partir du 7-8 mai, soit 20 jours après la sortie.

En 1953, les charançons n'ont été nombreux qu'à partir du 20-25 avril ; les couples élevés au laboratoire à partir du 27 avril ont commencé à pondre le 7 mai ; d'autres Insectes récoltés en plein air le 4 mai et élevés au laboratoire ont pondu entre le 8 et le 11 mai ; les pontes ont été importantes sur les colzas à partir du 8-10 mai.

Le tableau ci-dessous indique les dates des premières sorties importantes de charançons et celles où il a été constaté pour la première fois des œufs mûrs dans le calice.

Année	Date des	
	premières sorties	premiers œufs mûrs dans le calice.
1951.....	16 Avril	4 Mai
1952.....	8 Avril	24 Avril
1953.....	24 Mars	27 Avril
1954.....	30 Mars	5 Mai
1955.....	24 Mars	6 Mai
1956.....	30 Mars	10 Mai

En prenant comme base une température-seuil de développement de 9°, la somme des températures effectives dans les conditions naturelles (calculée d'après les relevés météorologiques à 2 m sous abri) est en moyenne de 70 degrés-jours avec la réserve qu'il existe de très grands écarts suivant les conditions microclimatiques et les individus.

La sortie des Insectes se faisant de façon très échelonnée, on trouve pendant les mois d'avril, de mai, et même de juin, des Insectes dont les ovarioles sont à des stades de développement très différents. Les écarts sont plus accusés lorsque la température du mois d'avril et du début de mai est basse que lorsqu'il y a des journées très chaudes qui entraînent une sortie presque générale.

Le développement des ovaires a été suivi par la dissection de femelles récoltées à intervalles réguliers au printemps des années 1952, 1953, 1954 et 1955.

Les femelles récoltées le 12 avril 1952, soit 4 jours après le début de la sortie des Insectes ne présentait aucune ébauche ovocytaire ; le 18, chaque ovariole de quelques femelles renfermait au minimum un œuf complètement développé mais il n'y avait pas d'œufs dans le calice. Le 24 avril quelques femelles avaient 3 à 4 œufs parvenus à complète maturité dans chaque calice ; c'est à cette date que les premiers œufs ont été déposés dans les siliques.

Un grand nombre de femelles ont été disséquées les 6 et 8 mai : 40 p. 100 avaient des ovarioles dont le développement n'était pas plus avancé qu'au moment de la reprise d'activité, 60 p. 100 avaient de 1 à 8 œufs mûrs dans les deux calices et de 0 à 4 œufs en cours de développement. Chaque calice renfermait jusqu'à 4 à 5 œufs et 1 ou 2 dans les ovarioles. Les ovarioles de quelques femelles ne possédaient aucun œuf en formation alors que les calices renfermaient 1 à 8 œufs complètement développés.

Du 10 au 25 mai, les ovaires de la plupart des femelles renfermaient de 0 à 7 œufs dans le calice et de 1 à 7 œufs presque mûrs dans les ovarioles. A partir de la fin du mois de mai, la majorité des charançons avaient migré sur le Colza de printemps.

Le 31 mai, près de 40 p. 100 des femelles n'avaient pas d'œufs dans le calice ou dans les oviductes ; les ovarioles étaient translucides et ne manifestaient aucun signe d'activité. Il pouvait s'agir là d'Insectes dont la sortie venait d'avoir lieu ou de charançons apparus dès la mi-avril, mais qui étaient restés stériles. Les ovarioles des femelles récoltées dans le cours du mois d'avril 1952 avaient, au moins à leur partie inférieure, une couleur laiteuse due à la présence des ovocytes ; les ovarioles des femelles mentionnées précédemment étaient, au contraire, hyalins sur toute leur longueur. Le 11 juin, 52 p. 100 des femelles avaient 2 à 4 œufs dans le calice et 2 à 8 œufs en cours de développement dans les ovarioles ; les autres femelles avaient un seul œuf dans le calice et les ovarioles renfermaient 1 à 3 œufs en cours de dégénérescence ; les autres femelles n'avaient plus d'œufs dans le calice ou dans les ovarioles ; à cette date, la ponte était donc pratiquement terminée.

La température moyenne de la dernière décade de mars 1953 ayant été très élevée (moy. : 10,3 ; moy. des max. 17,5), quelques charançons ont abandonné leur retraite hivernale au cours de cette période et la ponte a été très précoce ; la sécheresse anormale qui a caractérisé la troisième décade de février et tout le mois de mars n'a permis l'arrivée massive des charançons dans les cultures de Colza que le 24 mars ; ces faits expliquent que des femelles ayant des œufs mûrs ont été observées dès le 7 avril (12 larves ont migré au sol les 17-19 mai) pour les Insectes les plus précoces, et ensuite seulement à partir du 20 avril pour les autres. Des charançons ont été récoltés à intervalles réguliers dans les cultures

de Colza des Closeaux et disséqués ; il a été reporté sur le graphique n° 35 le nombre des œufs emmagasinés dans le calice ainsi que celui des œufs parvenus à maturité se trouvant dans les ovarioles, ces chiffres étant rapportés à 100 femelles.

Du 1 au 15 avril, les ovarioles de la plupart des femelles mesuraient 1 200 à 1 600  $\mu$  ; du 15 au 30 avril, 90 p. 100 des femelles avaient des ovarioles d'une longueur de 1 200 à 2 100  $\mu$  et 10 p. 100 avaient des œufs mûrs dans le calice. Le vitellarium s'est accru rapidement dans la pre-

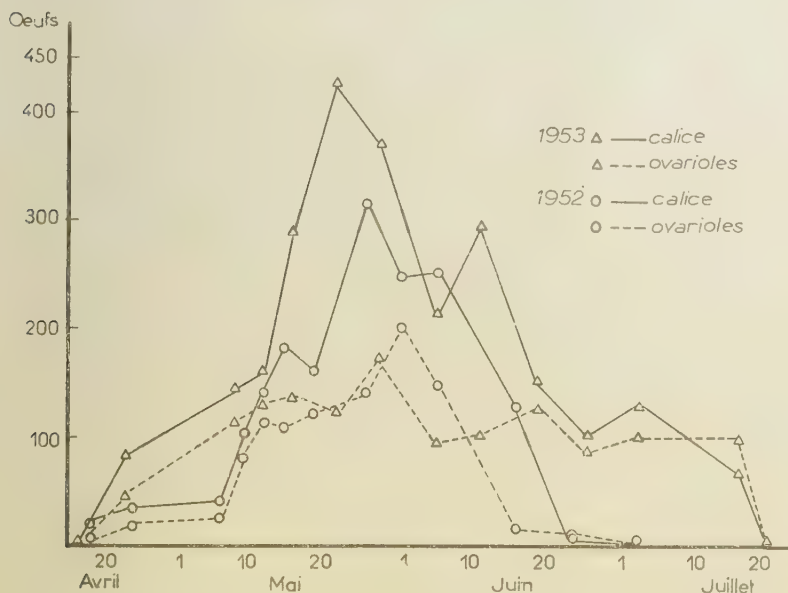


FIG. 35. — Nombre d'œufs emmagasinés dans le calice et les ovarioles de 100 femelles. Versailles 1952-1953.

mière quinzaine de mai ; le 15 mai, 16 p. 100 des femelles avaient des ovarioles d'une longueur de 1 200 à 2 300  $\mu$ , 84 p. 100 possédaient des ovarioles ayant atteint leur développement complet et présentant 1 à 6 œufs mûrs dans le calice ; le 22 mai, 8 p. 100 des femelles avaient des ovarioles d'une longueur inférieure à 2 100  $\mu$ , 16 p. 100 avaient de 1 à 3 œufs presque mûrs dans les ovarioles, 76 p. 100 avaient 1 à 10 œufs dans le calice ; le 11 juin, 24 p. 100 des femelles n'avaient pas d'œufs mûrs et le 3 juillet, 42 p. 100 seulement d'entre elles possédaient encore des œufs sur le point d'être pondus.

Il a été trouvé jusqu'au 17 juillet 1953 des femelles dont les ovarioles ne présentaient aucune manifestation de développement et dont la longueur était inférieure à 2 700  $\mu$ .

Les conditions climatiques exceptionnelles du printemps 1954 ont eu pour conséquence d'étaler la sortie des Insectes sur une longue durée et la pleine période de ponte a commencé très tard. Des charançons ont été récoltés à intervalles réguliers dans les cultures de Colza du Centre de Versailles et disséqués. Les résultats de ces examens sont résumés ci-dessous ; pour le calcul des pourcentages, il n'a pas été tenu compte des femelles parasitées.

Date	Longueur des ovarioles	Observations
6 avril.....	800	Pas de développement du vitellarium.
12 — 15 avril.....	850-1 400	Début annulation.
22 — 27 avril.....	920-3 200	Quelques femelles ont des œufs dans les ovarioles, quelques cas de résorption ovocytaire.
1 <sup>er</sup> — 5 mai.....	1 050-3 200	—
6 — 12 mai.....	750-3 400	80 % des femelles ont 750-1 800 γ correspondant à une sortie tardive.
13 — 20 mai.....	850-3 500	5 % ont des œufs mûrs dans les ovarioles. 20 % ayant œufs mûrs dans le calice. 29 % ayant œufs dans les ovarioles.
21 — 31 mai.....	850-3 900	51 % au début de vitellogénèse. 56 % ayant œufs dans calice ou ovariole. 36 % au début vitellogénèse. 8 % résorption ovocytaire.
1 <sup>er</sup> — 10 juin.....	1 200-3 900	96 % ayant œufs dans calice ou ovariole. 4 % résorption ovocytaire.
11 — 16 juin.....	1 850-3 900	94 % ayant œufs dans calice ou ovariole. 6 % en fin de ponte.
18 — 25 juin.....	2 150-3 900	81 % ayant œufs dans calice ou ovariole. 19 % en fin de ponte.

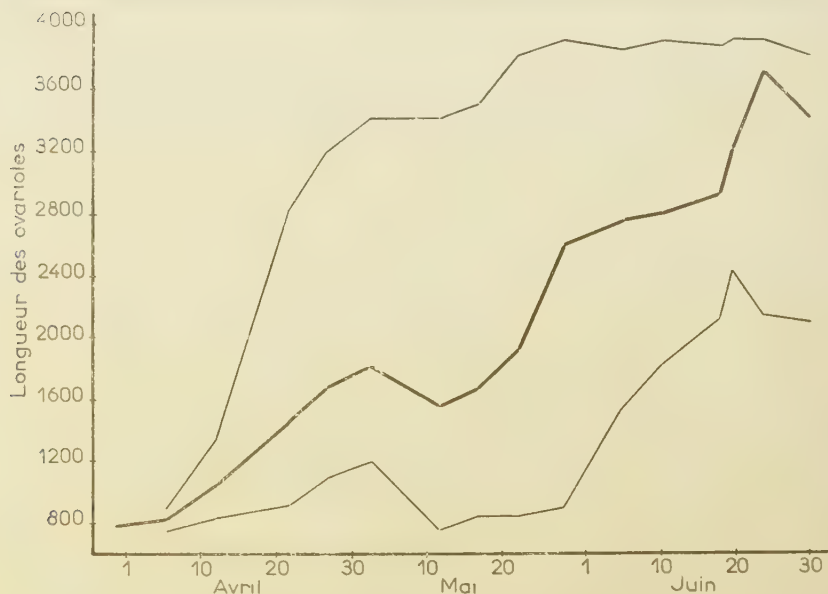


FIG. 36. — Longueurs maxima, moyennes et minima des ovarioles en 1954, Versailles.

Le graphique n° 36 indique les longueurs minima, moyennes et maxima des ovarioles ; on remarque que ces longueurs ont brusquement diminué entre le 3 et le 17 mai. Ce fait s'explique par l'élévation de la température qui a eu lieu à partir du 7 mai où la température maximum a été égale à 15,8°, ce qui a permis la sortie de nouveaux Insectes ; les récoltes étant toujours faites dans une petite parcelle de 40 m<sup>2</sup>, les Insectes qui étaient apparus plus tôt avaient été récoltés pour la plupart ou s'étaient dispersés dans l'ensemble de la plante ; les Insectes ayant récemment repris leur activité se tenant de préférence au sommet des hampes florales, il était récolté une proportion relativement plus grande de ces derniers. Le même phénomène s'est produit le 26 mai et le 18 juin.

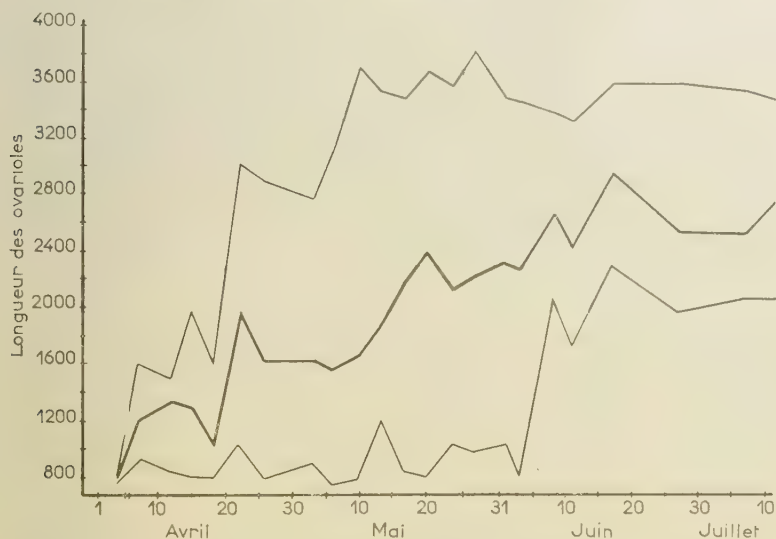


FIG. 37. — Longueurs maxima, moyennes et minima des ovarioles en 1955, Versailles.

En 1955, les charançons sont apparus à partir du 24-25 mars, mais la reprise d'activité n'a été générale que dans la dernière décade d'avril et surtout la première décade de mai. Le graphique n° 37 indique les longueurs maxima moyennes et minima des ovarioles de charançons récoltés au filet-fauchoir ; des charançons présentant des œufs mûrs dans le calice ont été notés le 22 avril ; la longueur moyenne des ovarioles a été en progression régulière du 26 avril au 15 juin, mais il a été trouvé jusqu'au 3 juin des femelles ayant des ovarioles dont le développement était à peine ébauché.

En 1956, les charançons sont apparus le 30 mars ; les observations n'ont pu être faites de façon régulière en raison du gel de la presque totalité des Colzas d'hiver ; les charançons n'ont été nombreux dans les

quelques parcelles de Colza qui n'ont pas été détruites que le 4 mai, et des œufs n'ont été trouvés dans le calice qu'à partir du 10 mai.

Ces observations, poursuivies de 1951 à 1955, montrent qu'il existe, depuis la mi-mars jusqu'à la troisième décade de juillet, une remarquable hétérogénéité dans l'état de développement des ovaires pour les deux raisons suivantes : d'une part, par suite de la grande variété des conditions microclimatiques des lieux d'hivernation ce qui se traduit par une sortie échelonnée sur trois mois ; d'autre part, par le fait que la croissance des ovarioles varie fortement d'un individu à l'autre et qu'une certaine proportion de femelles restent stériles.

Les Insectes qui ont abandonné depuis peu de temps leur retraite hivernale et qui sont parvenus sur un champ de Navette ou de Colza se tiennent tout d'abord presque exclusivement au sommet des hampes florales et ne descendent vers les parties inférieures de la plante que par temps très froid ou très chaud, pluvieux ou venteux ; ils regagnent les fleurs dès que les conditions climatiques le permettent. Leur comportement se modifie progressivement par la suite et à partir du 6<sup>e</sup> ou du 8<sup>e</sup> jour précédant le début de la ponte ils se dispersent dans toute la plante. Par temps froid, même ensoleillé, les Insectes se tiennent de préférence à l'intérieur des fleurs ouvertes, la tête dirigée vers le pétiole.

Des charançons récoltés au printemps sur du Colza d'hiver ont été élevés, les uns en plein air dans des manchons de mousseline et de rhodoïd disposés autour des hampes florales, les autres dans des cagettes placées dans le laboratoire afin de dresser la courbe de mortalité et de préciser le nombre de morsures nutritives.

**Élevages en plein air.** — Les Insectes étaient répartis dans plusieurs manchons et transportés à intervalles réguliers sur d'autres inflorescences. La figure 38 indique les courbes de mortalité de 100 charançons récoltés le 22 mai 1951 et le 8 avril 1952. La forte mortalité qui a été constatée à partir du 20 mai 1952 est due principalement au durcissement des parois des siliques.

**Élevages au laboratoire.** — Les inflorescences coupées de Colza qui étaient données aux Insectes correspondaient au stade végétatif moyen en plein air ; les charançons ont donc eu à leur disposition des boutons floraux puis des fleurs et des siliques, et finalement des siliques.

Les rameaux étaient changés tous les jours ou tous les deux jours et il était relevé les nombres d'Insectes survivants, d'œufs et de morsures ; ces dernières ont été classées en deux catégories : les morsures superficielles et les morsures en profondeur. Il a été élevé de cette façon 50 couples à raison de 5 couples par cagette ; les chiffres obtenus ont été ramenés sur la base de 50 couples vivants jusqu'à la mort de la dernière femelle ; on voit (fig. 39) que les charançons ont effectué de nombreuses

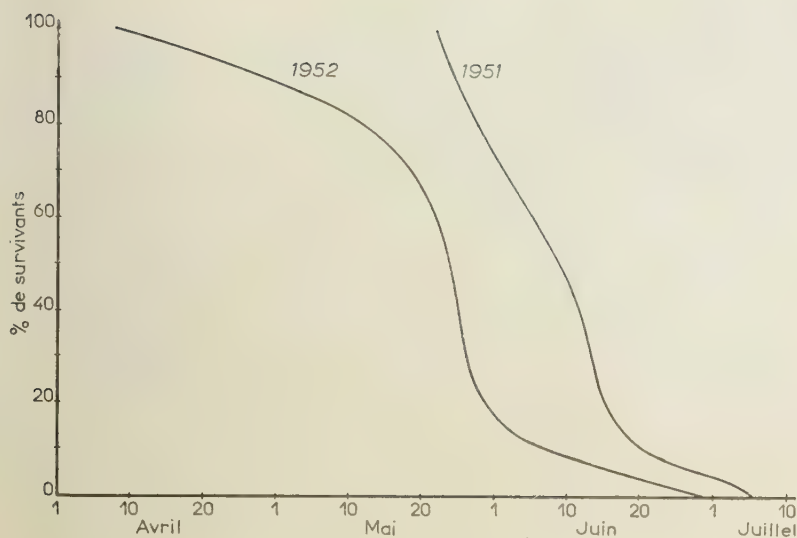


FIG. 38. — Courbes de mortalité d'Insectes récoltés le 22 mai 1951 et le 8 avril 1952.

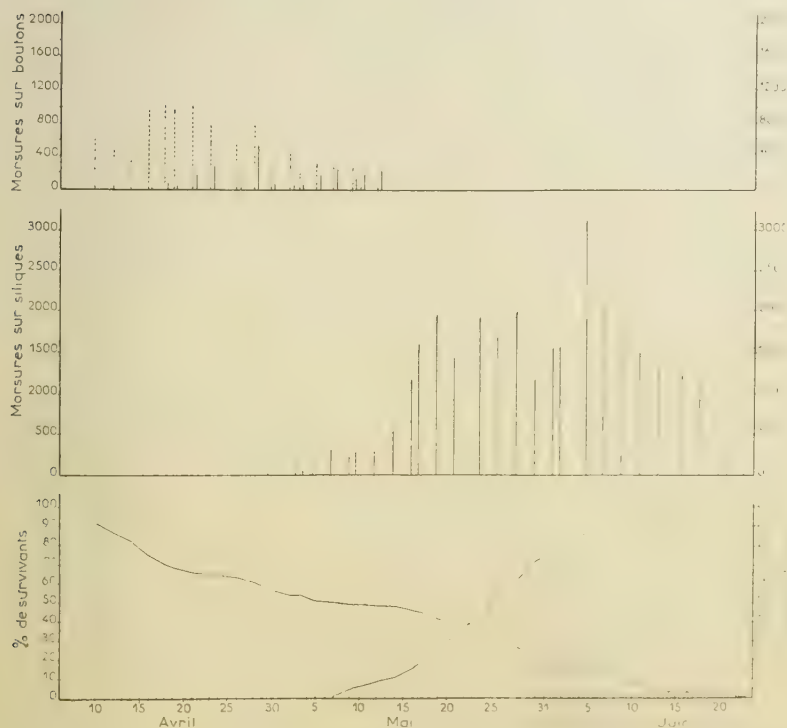


FIG. 39. — Nombre de morsures superficielles (en pointillé) et en profondeur (en trait plein) faites par 50 couples élevés au laboratoire (temp. moy. 20°); fécondité moyenne et longévité.

morsures jusqu'à leur mort. La température moyenne au cours de toute l'expérience a oscillé entre 19 et 23,5°.

Afin de déterminer le rythme de la ponte, des élevages ont été faits au laboratoire portant sur 10 couples isolés avec des Insectes récoltés en plein air peu après leur reprise d'activité (entre le 3 et le 22 avril 1953). La température moyenne de la salle a été de 19,1° en avril, de 21° en mai, de 21,5° en juin et de 21,9° en juillet. Des rameaux de Colza porteurs de jeunes siliques provenant d'une culture en serre (afin d'avoir la certitude d'opérer avec des siliques n'ayant pas reçu de pontes) étaient donnés aux Insectes tous les 2 à 4 jours ; les siliques étaient ensuite examinées une par une et il était dénombré les œufs. Un couple a vécu du 3 avril au 29 juin et un autre du 7 avril au 10 août soit pendant 87 et 125 jours ; la ponte a été de 241 œufs dans le premier cas et de 168 œufs dans le second, ce qui correspond à une fécondité journalière moyenne de 2,73 et de 1,35 œufs. La femelle qui a pondu 241 œufs a été disséquée aussitôt après sa mort, les ovarioles ne présentaient plus aucun ovocyte.

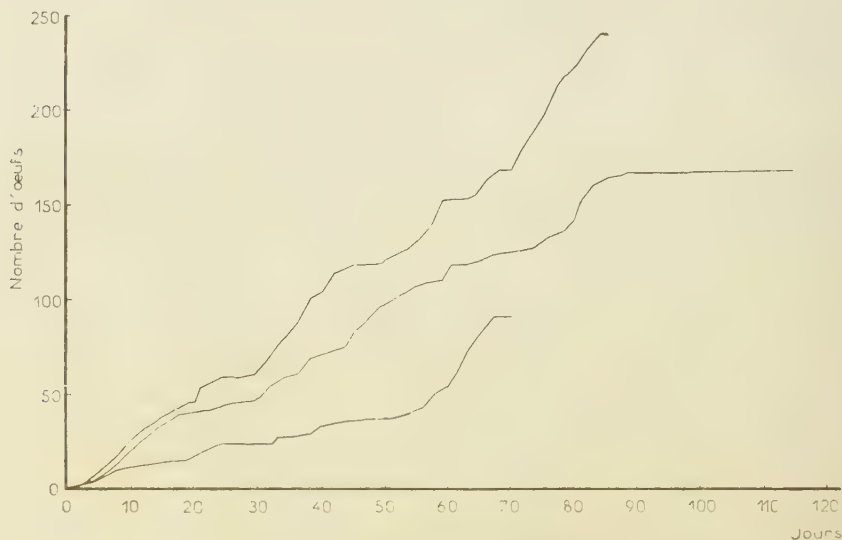


FIG. 40. — Fécondité individuelle de 3 femelles élevées au laboratoire.

Pour l'ensemble de l'expérience, la longévité moyenne a été de 69 jours et la fécondité moyenne de 77 œufs ; le graphique n° 40 indique la fécondité globale de trois de ces femelles dont les deux plus fécondes.

La fécondité moyenne en plein air a été déterminée par des élevages, dans des manchons de mousseline, d'Insectes récoltés dès la reprise de l'activité ; elle a été, pour 78 femelles, de 24,2 œufs.

Les boutons et les fleurs ont été rares à partir du 15 mai 1952 : afin de préciser le stade végétatif préféré par l'Insecte pour l'alimentation

et pour la ponte, 10 lots de 5 couples ont été élevés dans des cagettes du 30 avril au 15 mai ; il était placé dans chacune de ces cagettes un nombre égal de boutons floraux aux stades C à E et de siliques d'une longueur de 20 à 60 mm ; les morsures nutritives ont été dénombrées sur les boutons floraux ainsi que sur les siliques et sont établies sur la base de 50 couples jusqu'à la fin de l'expérience ; la température moyenne a été de 20,2°.

TABLEAU III

*Nombre de morsures superficielles ou normales effectuées par 50 couples sur un nombre égal de boutons floraux et de siliques.*

Dates	Boutons floraux morsures		Siliques morsures normales	Dates	Boutons floraux morsures		Siliques morsures normales
	Superf.	en profond.			Superf.	en profond.	
30 avril...	132	65	51	9 mai....	354	114	256
2 mai....	180	104	114	10 mai....	342	210	276
3 mai....	270	63	90	12 mai....	238	208	288
5 mai....	540	48	196				
7 mai....	570	126	248				
				Totaux....	2626	938	1519

Ces chiffres ainsi que ceux du graphique n° 39 montrent que les Insectes manifestent une préférence de plus en plus marquée pour les siliques à partir du début de mai ; la ponte a commencé le 7 mai dans cet élevage.

Au cours du mois d'avril, les charançons émigrent des champs de Navette vers les cultures de Colza ; cela peut être dû à ce que les tissus du Colza sont préférés à ceux de la Navette ou simplement au fait que les siliques de Colza sont plus jeunes et plus tendres que celles de la Navette.

A partir du 14 avril, il a été mis journellement à la disposition de 50 couples de *Ceuthorrhynchus*, 6 siliques de Navette et 6 siliques de Colza d'une longueur de 20 à 30 mm. Il a été relevé 1 274 morsures normales et 58 morsures superficielles sur la Navette, 1 182 morsures normales et 4 superficielles sur le Colza ; ceci montre qu'à développement égal, les siliques de Navette sont consommées de la même façon que celles de Colza.

**Résorption ovocytaire.** Il a été observé des phénomènes de résorption ovocytaire comparables à ceux qui ont été décrits chez *Psylliodes chrysocephala* L. (RONNEMAN et JOURDIEU, 1954). Dans les cas les plus simples, ils se manifestent par une désorganisation des ovocytes les plus avancés (fig. 4I) ; la figure de gauche représente un ovariole normal, celle du milieu, un cas peu prononcé de résorption, l'ovocyte I étant en début de régression ; enfin, dans la figure de droite, l'ovocyte I,

complètement désorganisé, a été éliminé et le suivant est fortement régressé.

Nous avons vu précédemment que les ovocytes des charançons élevés à une température constante égale ou inférieure à  $12^{\circ}$  ne parvenaient pas à maturité ; il est donc vraisemblable que des Insectes dont les ovarioles sont en croissance active soumis brusquement à une température moyenne inférieure à  $12^{\circ}$  présentent une résorption ovocytaire plus ou moins marquée suivant la durée de la période froide. Les ovarioles représentés sur la figure 41 ont été observés le 19 juin 1953, la température moyenne ayant été de  $10,6^{\circ}$  du 1<sup>er</sup> au 5 juin avec des minima de  $4,1^{\circ}$ .

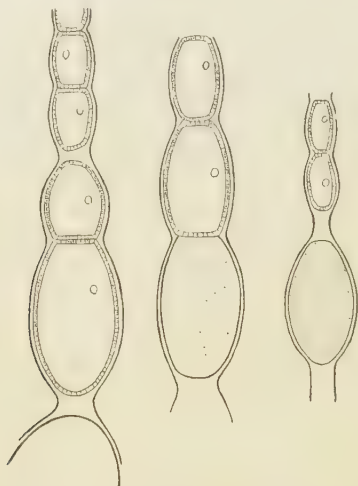


FIG. 41. — Résorption ovocytaire : à gauche : partie inférieure d'un ovariole normal ; au centre et à droite, ovarioles présentant une résorption ovocytaire plus ou moins poussée (19 juin 1953).

En 1954, des charançons ont été récoltés et disséqués tous les 3 à 6 jours. Il a été noté une forte proportion de femelles présentant des œufs en cours de résorption le 4 juin, le 10 juin, le 17 juin et le 30 juin. L'examen des relevés météorologiques montre que ces résorptions se produisent sensiblement une quinzaine de jours après une forte baisse de la température (températures moyennes 17 au 19 mai :  $9^{\circ}$ , 31 mai au 2 juin :  $11,7^{\circ}$ , 14 et 15 juin :  $12,3^{\circ}$ ).

Il est à remarquer que les charançons parasités, notamment par *Perilitus melanopus* RUTH., présentent rapidement une résorption ovocytaire.

#### Influence de l'alimentation sur la croissance des ovarioles.

Des charançons récoltés le 2 mai ont été alimentés les uns avec des feuilles de Colza, les autres avec des hampes florales de Colza ; la mor-

talité a été très rapide dans le premier lot (86 p. 100 le 4<sup>e</sup> jour, 98 p. 100 le 9<sup>e</sup> jour, 100 p. 100 le 11<sup>e</sup> jour) et la croissance des ovarioles beaucoup plus lente que dans le second ; le 6<sup>e</sup> jour après le début de l'expérience, la longueur moyenne des ovarioles était de 1 430  $\mu$  contre 1 930  $\mu$  dans le second.

En 1955, une expérience a été faite en deux séries afin de déterminer le rôle de l'alimentation sur le développement des ovarioles.

**Première série d'expériences.** — Un grand nombre de charançons ont été récoltés le 4 mai ; à cette date, la longueur des ovarioles était de 1 900 à 3 600  $\mu$ , et il y avait en moyenne, par femelle, 3,2 œufs mûrs dans le calice ou les ovarioles.

Ces Insectes ont été divisés en 3 lots qui ont été élevés au laboratoire dans les conditions suivantes :

A. — Insectes alimentés de hampes florales du 4 au 23 mai et ensuite de jeunes siliques ; des dissections faites à intervalles réguliers, ont donné les résultats suivants :

	Longueur moyenne des ovarioles	Nombre moyen d'œufs
9 mai .....	—	—
13 mai .....	2130 $\mu$	1,9
28 mai .....	2250	3,0
2 juin .....	2110	0,8
2 juin .....	1920	0,5
11 juin .....	1380	0,3

L'alimentation constituée exclusivement par des siliques a donc arrêté la ponte ; l'examen des ovarioles a montré qu'il existait 5 à 6 ovocytes après le germarium ; il y avait ensuite un espace vide entre le dernier ovocyte et le calice.

B. — Insectes alimentés, comme le lot A, de hampes florales du 4 au 23 mai, de jeunes siliques du 24 mai au 11 juin, puis de fleurs de Navette à partir du 11 juin ; malheureusement, la mortalité a été très élevée et il n'a pu être disséqué que 2 femelles le 16 juin ; la longueur moyenne des ovarioles était de 1 950  $\mu$  et il semble qu'il y ait eu une reprise de l'activité du germarium : il y avait, en effet, 7 à 8 ovocytes en cours de développement.

C. — Les Insectes placés dans une cagette où une humidité de près de 100 p. 100 était maintenue ont été affaiblis à partir du 4 mai ; la mortalité a été très rapide ; 21 p. 100 au bout de 48 h, 96 p. 100, à 96 h, 100 p. 100 le 6<sup>e</sup> jour.

Au 5<sup>e</sup> jour de jeûne, il était trouvé chez quelques individus un œuf mûr dans le calice ; cet œuf était probablement mûr le 4 mai mais la femelle n'a pu l'expulser par la suite.

A la fin du 4<sup>e</sup> jour de jeûne, 1 200 charançons ont été alimentés avec des fleurs de Colza mais ils étaient tous morts 8 jours plus tard ; quelques exemplaires ont été disséqués le 4<sup>e</sup> et le 7<sup>e</sup> jour après le début

de la réalimentation : les ovarioles présentaient une très légère reprise d'activité.

**Deuxième série d'expériences.** -- Cette expérience a été commencée le 23 mai avec plus de 3 000 charançons récoltés le même jour en plein air. Le 23 mai, la longueur moyenne des ovarioles était de 2 285  $\mu$  et le nombre moyen d'œufs mûrs par femelle était de 0,6. Les charançons ont été élevés au laboratoire sur des fleurs jusqu'au 28 mai puis affamés jusqu'au 31 mai : à cette date, le pourcentage de mortalité était de 71 p. 100. Les survivants ont été répartis en 3 lots :

A. — Insectes affamés jusqu'à la mortalité totale qui a eu lieu le 2 juin ; des exemplaires ont été disséqués le 31 mai et le 2 juin. Le 31 mai, la longueur moyenne des ovarioles était de 1 440  $\mu$ , aucune femelle n'avait d'œuf mûr mais seulement 2 à 5 jeunes ovocytes. Le 2 juin, la longueur moyenne des ovarioles était de 1 260  $\mu$  et il y avait 2 à 5 ovocytes en régression.

B. — Les charançons affamés jusqu'au 31 mai ont été ensuite alimentés avec des hampes florales ; la mortalité a été de 71 p. 100 le 31 mai, de 96 p. 100 le 4 juin, 97 p. 100 le 6 juin, de 98 p. 100 le 9 juin, de 99 p. 100 le 20 juin et de 100 p. 100 le 27 juin. Le 4 juin, la longueur moyenne des ovarioles était de 2 120  $\mu$  et le nombre moyen d'œufs mûrs de 0,9 p. 100 ; le 9 juin, la longueur moyenne des ovarioles était de 2 180  $\mu$  et le nombre moyen d'œufs mûrs de 4,1 ; le 25 juin, les ovarioles des 9 femelles disséquées ne présentaient plus d'ovocyte différencié.

C. — Les charançons ont été affamés jusqu'au 31 mai, puis alimentés jusqu'au 11 juin avec des siliques et ensuite avec des fleurs de Colza (provenant de repousses). La mortalité a été de 71 p. 100 le 31 mai, de 85 p. 100 le 4 juin, de 89 p. 100 le 7 juin, de 93 p. 100 le 20 juin et de 100 p. 100 le 28 juin. Le 4 juin, la longueur moyenne des ovarioles était de 1 335  $\mu$  et le nombre moyen d'œufs mûrs de 0 p. 100.

Ces expériences montrent que des femelles en pleine période de ponte ne peuvent pratiquement supporter un jeûne de 4 jours ; avant la maturation des œufs, les charançons peuvent rester sans se nourrir pendant une semaine ; une alimentation constituée uniquement par de jeunes siliques ralentit très rapidement et très fortement la ponte. Des charançons affamés, puis alimentés, ont une plus grande longévité moyenne lorsqu'ils sont nourris de hampes florales au lieu de jeunes siliques ; après une famine de 3 jours, et à une température de 20°, la ponte reprend après 5 à 6 jours d'alimentation sur des fleurs. Des charançons se trouvant dans un champ défleuri de Colza d'hiver et n'ayant plus d'œufs mûrs peuvent donc après leur arrivée sur des Crucifères en fleurs reprendre leur ponte sur ces dernières plantes au bout de quelques jours.

**Localisation des pontes.** — HEYMONS mentionne seulement que la

ponte a débuté le 14 mai et qu'elle a lieu dans les jeunes siliques. D'après HOFFMANN (1951) la ponte aurait lieu dans les boutons floraux 8 à 12 jours avant l'ouverture de la corolle mais dans une autre note (1952), cet auteur indique que ses observations ont été faites sur *C. galio-rhenanus* SOLARI. RISBEC (1952) n'a observé des pontes que dans les siliques.

J'ai signalé précédemment (p. 434) qu'il avait été constitué 10 lots de 5 couples avec des charançons récoltés le 8 avril 1952. Ces Insectes, élevés au laboratoire, avaient à leur disposition des nombres identiques de boutons floraux aux stades C à E et de siliques d'une longueur de 8 à 60 mm. Les inflorescences étaient renouvelées tous les jours ou tous les deux jours et les boutons floraux ainsi que les siliques étaient examinés afin de dénombrer les œufs.

Il n'a jamais été observé d'œufs dans un bouton floral ; les œufs ont été trouvés dans des siliques dont la longueur variait de 8 à plus de 60 mm ; la ponte peut avoir lieu dans les très jeunes siliques alors que les pétales ne sont pas encore tombés.

Afin de préciser la taille des siliques qui recevaient la plus forte proportion de pontes, les couples élevés au laboratoire en vue de la numération des morsures et de la détermination de la fécondité étaient alimentés avec des siliques de Colza d'hiver classés en 7 catégories : 8-10 mm ; 10-20 mm ; 20-30 mm ; 30-40 mm ; 40-50 mm ; 50-60 mm et plus de 60 mm. L'expérience a été commencée le 7 mai et terminée le 9 juin. Dans le tableau ci-dessous, il est indiqué le pourcentage d'œufs trouvés dans chaque catégorie et dans la dernière colonne le nombre total d'œufs relevé ; les résultats obtenus ont été groupés par périodes de 5 jours. Par suite de la croissance des fruits, il n'a pu être mis à la disposition des Insectes que des siliques de plus en plus grandes.

TABLEAU IV

*Répartition de la ponte (en pourcentages)  
suivant la dimension des siliques.*

Dates	Longueur des siliques (en mm)							Nombre total d'œufs
	8-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	plus de 60 mm	
5 - 9 mai .....	10	8	36	27	19			116
10 - 16 mai .....	7	7	24	31	31			160
15 - 19 mai .....		3	7	27	63			427
20 - 24 mai .....		8	7	19	20	46		388
25 - 29 mai .....		7	10	12	19	41	11	690
30 - 4 juin .....		9	12	12	19	36	12	295
5 - 9 juin .....			25	14	31	16	14	240
10 - 14 juin .....				33	49	10	8	36
15 - 19 juin .....					32	63	5	18
20 - 25 juin .....					2	80	18	40

Au moment où les charançons disposent d'une gamme complète de siliques, ce sont les siliques d'une longueur de 20 à 60 mm qui présentent la plus forte proportion d'œufs ; les siliques ayant une longueur de plus de 60 mm reçoivent peu de pontes.

Les larves de charançons sont beaucoup moins fréquentes sur la Navette que sur le Colza ; cela peut être dû à ce que les charançons préfèrent le Colza à la Navette ou encore au fait que les siliques de Navette étant plus développées que celles du Colza au moment de la ponte sont plus difficiles à perforer.

Un grand nombre de couples ont été répartis le 14 mai dans des cagettes renfermant le même nombre de siliques de Navette et de Colza d'une longueur de 20-30 mm, 30-40 mm et de 40-50 mm. La répartition des œufs, exprimée en pourcentages, a été la suivante :

Siliques d'une longueur de..	20-30 mm	30-40 mm	40-50 mm	Total
Colza.....	17	49	6	72
Navette.....	0	5	23	28

Ces chiffres montrent que les charançons préfèrent pondre dans les siliques de Colza ; dans les conditions naturelles, les siliques de Navette étant plus avancées que celles du Colza sont, par ailleurs, moins recherchées ; enfin, au moment de la période de ponte maximum, les colzas étant plus fleuris que les navettes doivent être plus attractifs pour les Insectes.

Un point important à préciser était de déterminer l'importance des pontes en fonction de la plus ou moins grande précocité des variétés. Dans ce but, des siliques de différentes longueurs ont été prélevées à intervalles réguliers en 1953 dans les parcelles du champ d'essais de la Station Centrale d'Amélioration des Plantes. Les observations ont porté sur une Navette (Nav. de l'Ouest), un Colza précoce (C. Rochechouart) et un Colza mi-tardif (C. d'Alsace) ; les siliques étaient divisées en 5 lots de 100 d'après leur longueur (10-20 mm, 20-40 mm, 40-60 mm, 60-80 mm et 80-100 mm).

L'examen du tableau V permet de suivre le déroulement de la ponte : les premiers œufs ont été déposés exclusivement dans les siliques de la Navette, puis les pontes ont été faites sur le C. Rochechouart et un peu plus tard de préférence sur le Colza le plus tardif ; après le 20-25 mai, c'est ce Colza qui a reçu le maximum de pontes, l'écart avec la variété plus précoce et la Navette s'amplifiant au fur et à mesure que la saison s'avancait. L'examen du graphique n° 43 montre que, jusqu'au 28 mai, la Navette, les colzas Rochechouart et d'Alsace ont présenté sensiblement la même population larvaire mais pour des raisons différentes : la Navette a reçu les pontes les plus précoces ; des pontes un peu plus tardives ont été faites sur les colzas dès qu'ils ont présenté des siliques.

TABLEAU V

Nombre d'œufs observés sur 100 siliques de différentes longueurs (en mm).

Dates	Navette de l'Ouest					C. Rochecouart				Colza d'Alsace				
	10	20	40	60	80	10	20	40	60	10	20	40	60	80
	20	40	60	80	100	20	40	60	80	20	40	60	80	100 mm
23 avril.....	10													
6 mai.....		21	12	20										
12 mai.....		15	16	33		35	75			23	35			
18 mai.....		6	27	19		49	145	125	33	27	66	73	33	
28 mai.....			5	20	25	5	10	20	30			25	38	35
4 juin.....			5	15	15		5	8	5			10	45	25
16 juin.....			5	10	5		5	5	25			10	10	5
25 juin.....												10	10	5

Dans les conditions normales, les Insectes se déplacent activement durant la période de début de ponte et, lorsque la ponte générale est



FIG. 42. — Résorption ovocytaire : à gauche ovarioles avec l'ovocyte I en regression et de jeunes ovocytes malformés ; à droite, ces jeunes ovocytes à un plus fort grossissement (3 mai 1954).

déclenchée, ils restent dans les champs ; ce sont donc les variétés les plus attractives au moment du début de la ponte, c'est-à-dire les colzas

les plus précoces, qui recevront au début les pontes les plus importantes. Cependant, si la douceur de l'hiver a permis une floraison précoce et que

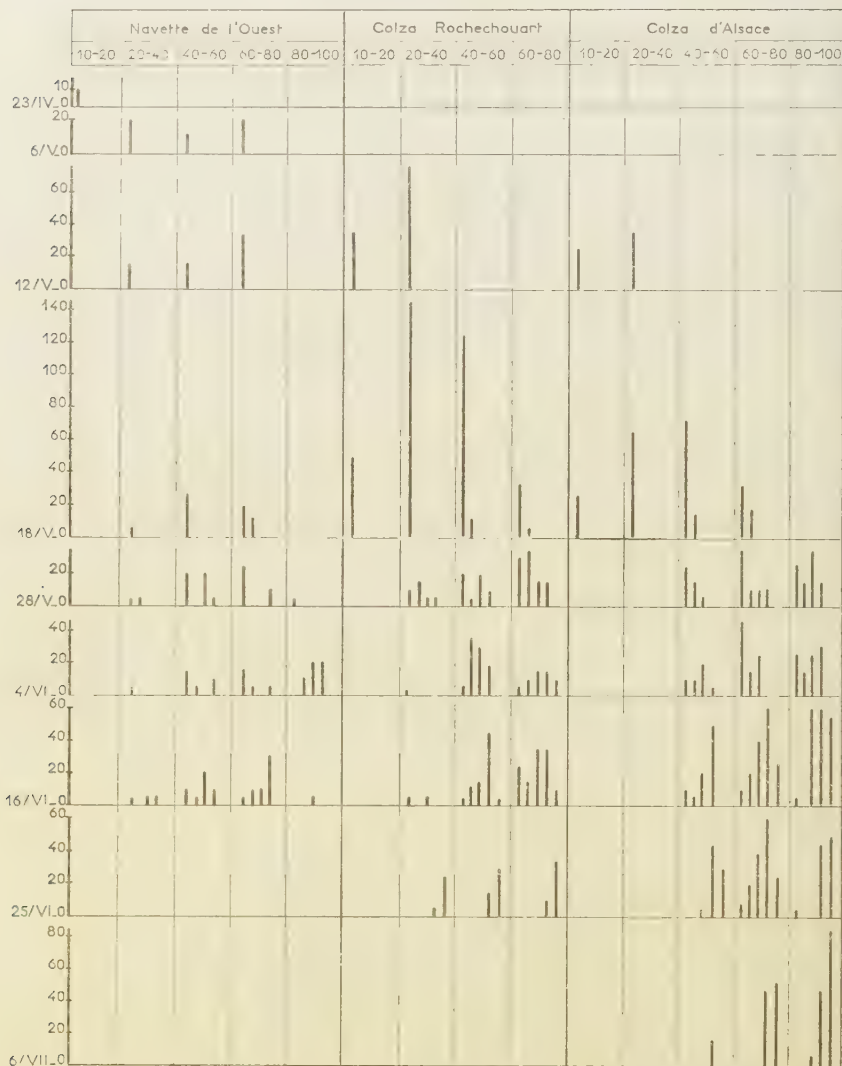


FIG. 43. — Nombre d'œufs et de larves observés sur 100 silicules de différentes longueurs (10-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 mm) de Navette de l'Ouest, de Colza Rochechouart et de Colza d'Alsace : dans chaque catégorie de silicules il est indiqué par des barres verticales, de gauche à droite, les nombres d'œufs, de larves aux 1<sup>er</sup>, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> âges et de larves ayant migré au sol.

les conditions climatiques du mois d'avril ne permettent pas des déplacements massifs des charançons durant ce mois, il pourra arriver que les

variétés mi-tardives ou tardives soient les plus attaquées, ainsi que cela a eu lieu en 1953.

Le graphique n° 43 récapitule des numérations faites en 1953 sur des siliques de 10-20 mm, 20-40 mm, 40-60 mm, 60-80 mm, 80-100 mm de Navette de l'Ouest, de Colza Rochechouart et de Colza d'Alsace récoltées à différentes dates ; les relevés ont été ramenés à 100 siliques. On remarquera que le Colza d'Alsace a été, à partir du 16 juin, plus fortement attaqué que le Colza Rochechouart ; cela est dû à ce qu'il présentait, à partir du début de juin, une gamme de dimensions de siliques plus étalée que le C. Rochechouart et, qu'étant plus tardif, ses fruits ont durci moins rapidement.

Au moment de la ponte, la femelle circule sur les siliques en agitant les antennes ; elle perfore la paroi de la silique à l'aide de son rostre et retire celui-ci de la cavité à plusieurs reprises ; contrairement à ce que l'on observe avec les morsures nutritives, il n'y a pas de gouttelette de sève qui s'écoule de la blessure car la perforation atteint rarement l'ovule ; dès que la paroi de la silique est complètement perforée, l'insecte applique dans l'orifice, qui a un diamètre de 90 à 110  $\mu$ , l'extrémité postérieure du corps qui est guidée par les soies sensorielles réparties sur les styles ; l'insecte reste dans cette position pendant 2 à 7 minutes environ, les pattes disposées de part et d'autre du fruit. Il arrive qu'il retire son oviscapte pour le remettre presque immédiatement au même endroit, mais dans une position légèrement différente ; il dépose un seul œuf, rétracte son oviscapte après s'être agrippé sur le fruit avec ses pattes antérieures et moyennes, puis abandonne la silique.

La ponte peut être faite en un endroit quelconque du fruit ; les œufs sont déposés sur la face interne des valves, entre les graines ou à la surface de celles-ci, rarement à l'intérieur. D'une façon générale, lorsque la ponte est faite sur une jeune silique, les œufs sont fréquemment encastrés à l'intérieur des graines qui sont alors très petites et étroitement appliquées les unes contre les autres ; sur les siliques âgées, les œufs sont presque toujours déposés verticalement sur la face interne des valves et souvent légèrement déportés par rapport au trou de ponte.

L'œuf reste parfois fixé par le pôle postérieur sur la paroi interne de la silique et obture l'orifice du trou de ponte ; il arrive que l'extrémité de l'œuf soit légèrement comprimée par les bords de la plaie qui se contractent après la ponte.

Les œufs sont généralement déposés isolément dans les siliques, mais plusieurs femelles peuvent pondre sur la même silique qui peut recevoir 2, 3 et même 4 œufs ; des pontes sont parfois faites dans de jeunes siliques qui se dessèchent par la suite.

### Comportement des charançons sur le Colza de printemps

En 1952, la floraison a été complètement terminée le 28 avril pour la Navette Rochechouart, entre le 12 et le 20 mai pour le Colza Rochechouart (précoce), entre le 15 et le 25 mai pour les variétés semi-précoces et entre le 25 et le 30 mai pour la plupart des colzas semi-tardifs (Alsace).

Les boutons floraux du Colza de printemps étaient aux stades ABC le 27 mai et, à partir de la fin du mois de mai, la majorité des charançons ont migré sur le Colza de printemps. Les cultures de Colza de printemps étant beaucoup plus réduites que celles de Colza d'hiver, la population de charançons et les pontes ont été très importantes. Le tableau ci-après résume les relevés se rapportant au développement moyen des inflorescences, à la population de Charançons récoltés sur 100 hampes florales, et au nombre d'œufs ou de larves (L) sur 100 siliques de Colza de printemps (var. Liho).

Il est à remarquer que, bien que la ponte ait été très importante vers la mi-juin, il n'a été trouvé qu'un très petit nombre de larves en juillet ; il semble que les œufs ou les jeunes larves aient été tués dans une forte proportion par la chaleur et les parasites.

TABLEAU VI

*Stades phénologiques, nombre de charançons sur 100 hampes florales, d'œufs et de larves (L) sur 100 siliques de Colza de printemps (var. Liho) 1952.*

Dates	Stades phénologiques	Nombre de charançons	Nombre d'œufs et de larves (%)						
			8 10	10 20	20 30	30 50	50 70	70 90	m/m
27 mai .....	A B C	140							
31 mai .....	A B C D E F	300							
5 juin .....	B C D E F	170	120						
7 juin .....		240	55						
10 juin .....		230	45	55					
14 juin .....	C D E F G	90	85	15					
16 juin .....		90	25	40					
19 juin .....	D E F G	50	20	32					
21 juin .....	E F G	100	16	36					
24 juin .....		30	12	51	54	36-6 L	42-12 L		
27 juin .....	F G	210		26	32	37-4 L	12- 4 L		
30 juin .....	G	210		18	22	38-5 L	16- 6 L		
2 juillet .....		330				20-2 L	8- 2 L		
5 juillet .....		280					6		
8 juillet .....		950					5		12 L
11 juillet .....		130					2 L		
15 juillet .....		8					6 L		14 L

### C. — DÉVELOPPEMENT DES ŒUFS ET DES LARVES. NYMPHOSE

**Développement des œufs et des larves.** - Les adultes récoltés en plein air ont été placés pendant 12 à 24 h dans des cagettes où avaient été mis des rameaux de Colza porteurs de siliques ; ces cagettes ont été ensuite placées dans des étuves réglées aux températures constantes de 8, 12, 16 et 23°C ; les siliques se desséchant assez rapidement, le pourcentage d'éclosions a été très faible. J'ai eu de meilleurs résultats en plaçant les œufs dans une chambre humide de RANVIER. Des notations ont également été faites en plein air au cours de périodes où les températures moyennes pendant la période d'incubation ont été de 15 à 17° ; la durée d'incubation a été plus rapide à ces températures variables qu'aux températures constantes correspondantes, ainsi que cela se constate dans beaucoup de cas (BONNEMAISON 1946).

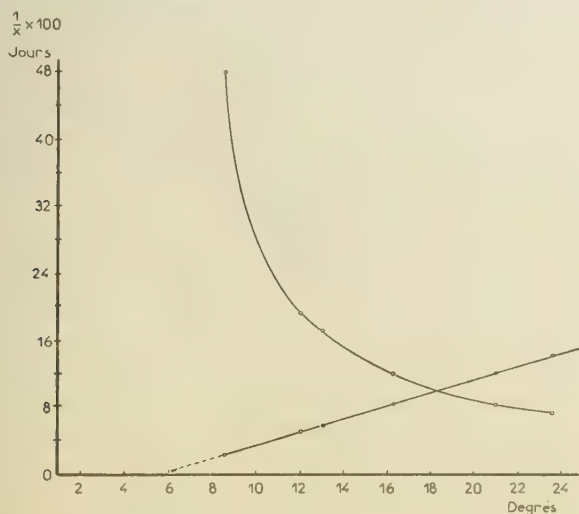


FIG. 44. — Durée de l'incubation.

Ces différents résultats ont permis d'établir la courbe représentée sur la figure 44. La température-seuil semble être de 6° ; en appliquant la formule de la constante thermique, on trouve que la somme des températures effectives pour la durée de l'incubation est de 120 degrés-jours.

La durée de la croissance larvaire a été déterminée par des élevages en plein air et des expériences de laboratoire. Dans le premier cas, un grand nombre de femelles adultes ont été placées pendant 24 h dans plusieurs sachets de mousseline entourant des inflorescences de Colza,

afin qu'elles puissent déposer une forte quantité d'œufs. Des siliques ont été prélevées à intervalles réguliers afin de déterminer les dates des mues et de la migration larvaire. Au laboratoire, des larves venant de naître ont été introduites dans des siliques placées dans des tubes de verre et transférées régulièrement sur des siliques fraîches. La durée totale de la croissance larvaire a été en moyenne de 22 jours à 13,2°, de 20 jours à 13,7°, de 16 jours à 15,8°.

En 1952, la ponte a été importante à partir du 8 mai et les migrations larvaires ont été nombreuses du 10 au 17 juin ; le développement embryonnaire et larvaire s'est donc produit, en moyenne, en 36 jours à une température moyenne de 14,9°, ce qui équivaut à une somme de températures de 540 degrés-jours.

Au moment de l'éclosion, la paroi de l'œuf est complètement translucide. La tête de la larve est bien visible grâce à la bande brune qui entoure la capsule céphalique ; celle-ci épouse complètement le pôle de l'œuf en position de repos mais elle peut se déplacer d'avant en arrière à l'intérieur du chorion et parvenir à la moitié de la longueur de l'œuf.



FIG. 45. — Larve de *C. assimilis* à l'intérieur d'une graine de Colza — 10 juin 1952.

La larve perce avec ses mandibules l'extrémité de l'œuf et se dégage assez rapidement du chorion ; elle s'attaque ensuite à la graine la plus voisine. Si la larve éclôt alors que les graines sont très petites, elle consommera jusqu'à 6 à 7 graines alors qu'elle n'en détruira qu'une si la silique a une grande taille ; ce sont donc les larves les plus précoces qui sont les plus nuisibles.

Dans la plupart des cas, les larves éclosent lorsque les siliques ont une longueur de 30 à 50 mm ; elles se trouvent alors en présence de graines dont le diamètre est de 0,5 à 0,7 mm. Elles pénètrent dans la graine et dévorent presque complètement l'intérieur de cette dernière en ne laissant parfois dépasser que la partie postérieure du corps (fig. 45), les téguments sont détruits sur 1/3 ou 1/4 de leur surface. Les larves peuvent également se développer, au moins jusqu'au 2<sup>e</sup> âge, en rongant les tissus situés entre les graines. Enfin, elles peuvent ronger l'intérieur des grosses graines sans qu'il y ait de lésion très visible ; l'épiderme présente de larges zones brunâtres et la larve respire par un ou deux petits orifices creusés

dans les téguments ; cela se produit lorsque l'œuf a été déposé à la surface ou au voisinage immédiat d'une graine ayant atteint sa taille maximum.

Des essais d'infestation artificielle ont été faits en serre et en plein air sur des siliques de Colza de printemps, de Radis et de Sanve (*Sinapis arvensis* L.). Les larves se sont développées avec la même rapidité dans les trois espèces. Ce sont les siliques de Radis qui ont présenté le plus haut pourcentage de siliques attaquées : dans la plupart des cas, une seule graine était entièrement dévorée ou une graine était détruite et une seconde endommagée. Le pourcentage était légèrement plus faible pour le Colza, mais alors qu'il n'était trouvé qu'une larve par silique de Radis, il était observé 1 à 3 larves par silique de Colza. Enfin, peu de siliques de Sanve renfermaient des larves de Charançon ; l'étroitesse des siliques de cette espèce gêne beaucoup les mouvements de la larve : le diamètre intérieur des fruits est de 1,60 à 1,65 mm et le diamètre de la larve, au terme de sa croissance, est de 1,3 à 1,4 mm ; elle ne peut donc progresser que dans une seule direction. Il y avait en moyenne deux graines entièrement détruites et une partiellement ; celles qui avaient été consommées par la jeune larve durant le premier âge étaient transformées en une masse noirâtre en putréfaction.

D'après TASCHENBERG, les siliques attaquées mûrissent plus rapidement et s'ouvrent plus tôt que les siliques saines ; la larve se laisserait alors tomber sur le sol où elle se nymphoserait. HEYMONS a fait des observations analogues, mais il suppose que la larve sort plus fréquemment de la silique en forant un trou dans les parois de celle-ci.

La larve parvenue au terme de son développement perce à l'aide de ses mandibules un petit trou arrondi d'un diamètre de 400-450  $\mu$  situé à proximité de la limite des valves de la silique ou au milieu de celle-ci (fig. 46 et 47). L'ouverture est relativement très petite eu égard au diamètre de la larve ; cette dernière sort, la tête en avant, et progresse très lentement car elle ne dispose pas d'appendices lui permettant de s'accrocher à la paroi externe de la silique. L'orifice s'agrandit légèrement par la suite atteignant 800  $\mu$  et ses bords blanchissent. Les orifices de sortie sont répartis sur toute la longueur de la silique ; ils sont un peu plus fréquents à la base de la silique qu'à l'extrémité.

Dans la région parisienne, il a été noté des larves depuis la mi-mai jusqu'au 20 juillet 1951 (dans des siliques de Colza de printemps une larve parvenue au terme de son développement a été notée le 14 août). En 1952, les larves se sont développées entre le 10 mai et le 29 juin et en 1953 depuis le 1<sup>er</sup> juin jusqu'au 15 juillet ; une larve a été observée le 10 août.

La température moyenne de la seconde quinzaine de mai et du début de juin étant relativement élevée, la migration des larves s'échelonne

sur un temps plus court que celui de la période de ponte. Un grand nombre de rameaux de Colza ont été récoltés au moment où une forte migration nymphale a commencé à se produire (6 juin 1952) et placés dans des bacs disposés dans une serre ; les larves étaient récoltées chaque jour et déposées dans des pots de fleurs renfermant de la terre régulièrement humidifiée. Les relevés ont porté sur plus de 18 000 siliques ; la température moyenne durant toute l'expérience a été de 10°. Le graphique n° 48 montre



FIG. 46 et 47. — A gauche, siliques de Colza d'hiver présentant des morsures nutritives et les orifices de sortie des larves. Versailles, 25 juin 1950.

A droite, siliques de Colza d'hiver attaquées ; à gauche, orifices de sortie de deux larves ; à droite, vue intérieure de la silique montrant les graines rongées par les deux larves. Versailles, 23 juin 1952.

que les migrations larvaires ont eu lieu du 7 au 30 juin 1952, soit pendant 28 jours ; l'éclosion s'est échelonnée entre le 29 juin et le 15 juillet, soit pendant 17 jours ; pour 2 147 larves qui ont migré, il n'a été obtenu que 710 adultes et 16 parasites (Braconides) bien que la terre fût très meuble et maintenue constamment humide.

Les larves tombées sur le sol se fraient un passage dans le sol ; sur une terre très meuble, l'enfouissement se fait en 2 à 4 heures, mais sur un sol présentant une zone superficielle durcie, la larve éprouve beaucoup de difficultés et la mortalité est assez élevée ; cela ne se produit

guère qu'en bordure des champs car, même à la mi-juillet, l'ombrage fourni par le Colza maintient presque toujours une terre fraîche et suffisamment meuble. Suivant la texture et la fraîcheur du sol, les larves s'enfoncent à une profondeur de 1 à 10 cm ; la majorité d'entre elles se tiennent à 2-3 cm de la surface du sol.

**Nymphose.** — 24 heures après la pénétration dans la terre, les larves sont légèrement incurvées et le corps s'est raccourci et épaissi ; 24 heures plus tard, la larve est plus ou moins couverte de particules de terre qui sont collées au corps ; à la fin du 3<sup>e</sup> jour, les coques terreuses sont entièrement terminées. Toutefois, en ouvrant la coque avec précaution à

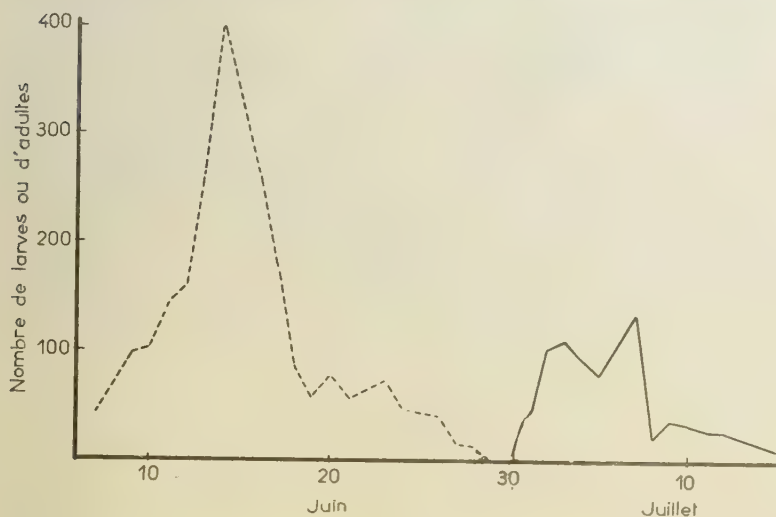


FIG. 48. — Migration larvaire et sortie des adultes. Versailles, 1952.

ce moment, on constate que la larve continue la confection de la paroi interne de la coque ; elle s'efforce de réparer rapidement une brèche faite dans la paroi et quand elle n'y parvient pas, elle abandonne la coque pour s'enfoncer à nouveau dans la terre.

Les particules de terre entourant la larve sont agglomérées par un liquide rejeté par l'anus et provenant des tubes de Malpighi ainsi que l'a constaté ISAAC (1923) pour *Ceuthorrhynchus pleurostigma* MARSH. Il semble, en ce qui concerne *C. assimilis*, que des glandes épidermiques et labiales interviennent également mais leur rôle est très limité. Ces sécrétions forment une membrane jaunâtre remarquablement résistante à laquelle les particules de terre adhèrent assez fortement, au moins dans les jours qui suivent sa confection. La coque a finalement une

forme plus ou moins sphérique, le plus souvent légèrement allongée, d'un diamètre de 3,1 à 5,2 mm.

Afin de déterminer la durée de la nymphose, des larves ont été recueillies chaque jour au moment de leur migration et placées dans des boîtes en matière plastique renfermant de la terre meuble qui ont été disposées dans des étuves à température constante. Les élevages ont été faits aux températures moyennes de 12, 16,5, 19,5, 25,5 et 30°.

Dans les élevages effectués aux températures constantes de 12 à 30° la confection de cette membrane a été terminée en 3 jours pour tous les lots ; aux températures extrêmes (12 et 30°) quelques larves n'avaient pas encore commencé la confection de leur membrane le 5<sup>e</sup> jour après le début de l'expérience.

La durée de la prénymphose et de la nymphose varient assez fortement avec la température. Le tableau suivant indique la température moyenne durant toute l'expérience, les durées de confection de la membrane, de la prénymphose, de la nymphose, du séjour de l'imago dans la coque, du temps total entre la migration de la larve au sol et l'apparition de l'adulte et enfin le pourcentage de mortalité. A 30°, la totalité des nymphes ont été détruites par des champignons et des Acariens ; à 12°, les imagos étaient très faibles après l'éclosion et sont morts peu de temps après celle-ci. Au moment de la nymphose, la dépouille larvaire est repoussée à la partie postérieure de l'animal et fixée à la paroi de la coque par une gouttelette rejetée par l'anus.

TABLEAU VII

*Durées en jours de la prénymphose et de la nymphose  
à différentes températures constantes.*

Température moyenne	Confection membrane	Prénymphose	Nymphose	Imago dans coque	Total de migration à l'éclosion	% mortalité
12° .....	3	10	31	5	49-51	92
16,5° .....	3	5	15	3	25-28	57
19,5° .....	3	4	8	2	16-19	52
25,5° .....	3	3	4	2	11-13	41
30,0° .....	3	3	—	—	—	—

Un grand nombre de larves ont été réparties à la surface de pots de fleurs remplis de terre meuble et placés dans une serre où la température moyenne a été de 20,2° ; de la migration des larves à l'apparition des adultes, il s'est écoulé de 19 à 25 jours (21,5 jours en moyenne) ; le pourcentage de mortalité a été de 51 p. 100.

Le développement des nymphes est beaucoup plus rapide en plein air que dans les élevages en étuve aux températures moyennes correspondantes, les larves s'enfouissant à une faible profondeur et étant par

conséquent soumises à une température moyenne plus élevée que celle relevée à 2 m sous abri.

Des larves ont été mises le jour même (20 juin 1953) de leur sortie des siliques à l'intérieur d'un grand cadre de bois qui a été recouvert le 3 juillet d'un papier goudronné ; les adultes sont apparus entre le 7 et le 17 juillet avec un maximum les 8-9 juillet soit 18 jours après la migration au sol (température moyenne à 2 m sous abri : 18,2°) ; sur 700 larves qui avaient été dispersées sur la terre préalablement ameublie grossièrement, il n'a été obtenu que 205 adultes, soit 29 p. 100 seulement de la population larvaire.

La récapitulation des notations faites en 1951, 1952 et 1953 montre qu'il s'est écoulé 68 à 70 jours entre les dates des fortes pontes et de l'apparition des adultes, soit une durée moyenne de développement de 69 jours à une température moyenne de 14,2°, ce qui correspond à une somme de température de 980 degrés-jours.

Afin de déterminer l'échelonnement de la ponte et la rapidité de croissance des larves, il a été récolté à intervalles réguliers des pieds de Colza dans un champ du Centre de Recherches Agronomiques ; en 1951, les observations ont porté sur *C. assimilis*, *C. napi* et *C. quadridens* ; les chiffres ont été rapportés à 100 pieds pour *C. napi* et *C. quadridens* et à 100 siliques pour *C. assimilis* (tableau VIII).

TABLEAU VIII

Pourcentage de plantes attaquées par *C. napi*, *C. quadridens* et *C. assimilis*.  
Versailles 1951.

Dates des observat.	<i>C. napi</i>		<i>C. quadridens</i>		<i>C. assimilis</i>	
	% plantes attaquées	Stades	% plantes attaquées	Stades	% siliques attaquées	Stades
23 avril...	10	28L 1, 12L 2				
5 mai...	16	44L 2, 16L 3	8	12L 1		
15 mai...	28	40L 2, 44L 3	8	5L 1, 7L 2		
21 mai...	36	32L 2, 44L 3	18	36L 1, 28L 2	12	œufs
28 mai...	12	52L 3	20	4L 1, 8L 2, 24L 3	21	16L 1, 5L 2
4 juin....	4	12L 3	12	12L 1, 4L 3	22	4L 1, 12L 2, 6L 3
11 juin....	2	10L 3	8	32L 1, 12L 3	34	6L 1, 8L 2, 20L 3
18 juin....			2	4L 3	40	4L 1, 12L 2, 24L 3
25 juin....			2	3L 3	23	3L 1, 8L 2, 12L 3
3 juillet.			0		29	5L 1, 12L 2, 12L 3
9 juillet.					21	3L 1, 10L 2, 8L 3
17 juillet.					13	1L 1, 2L 2, 10L 3
24 juillet.					0	0

La température du mois de juin 1951 a été très basse (inférieure de 0,7° à la température moyenne pendant une période de 25 ans) et la ponte s'est poursuivie jusqu'au 17 juillet.

En 1954, les migrations larvaires importantes ont eu lieu à partir du 20 juin et se sont terminées le 23 juillet ; les jeunes adultes ont été récoltés dans les bacs-pièges entre le 8 juillet et le 20 avril.

### 1). — SORTIE DES JEUNES ADULTES. HIVERNATION

Les jeunes adultes ont été notés dès le 31 juin 1950 à Moissy-Cramayel (S.-et-M.) ; à Versailles, ils ont été observés à partir du 6 juillet 1950, du 12 juillet 1951, du 2 juillet 1952, du 29 juin 1953, du 8 juillet 1954. Ils se tiennent de préférence sur les siliques vertes ou les feuilles et sont mélangés aux adultes hivernants, mais alors que les ovaires de



FIG. 49. — Ovaire d'une femelle quelques jours après l'éclosion.

ces derniers présentent généralement un petit nombre d'œufs dans le calice, les ovarioles des jeunes adultes mesurent immédiatement après leur sortie du sol 580 à 600  $\mu$  (fig. 49) ; les testicules ont une taille irrégulière, leur diamètre étant de 430 à 670  $\mu$  et la vésicule séminale est très réduite.

Les jeunes adultes possèdent peu de réserves graisseuses et il est nécessaire qu'ils s'alimentent pendant quelque temps afin d'accumuler des réserves adipeuses qui leur permettront de subsister pendant l'hivernation. Ils recherchent les tissus jeunes de Crucifères cultivées ou sauvages ; sur les jeunes feuilles de Colza, les morsures sont arrondies et d'un diamètre de 1 à 2 mm ; les plus étroites perforent complètement les feuilles alors que les plus longues ne traversent pas l'épiderme opposé au point

de pénétration du rostre. A cette période de leur existence, ils s'alimentent de toutes les parties vertes des Crucifères, y compris les grosses nervures et les tiges.

Au moment de la maturité ou après la récolte du Colza d'hiver, les jeunes charançons, tout comme les charançons hivernants, se portent sur les champs de Colza, de Navette ou de Moutarde de printemps du voisinage. Ils font alors preuve d'une grande activité et lardent les siliques vertes de nombreuses morsures dont la plupart atteignent les graines ; peu de temps après leur départ apparaît une gouttelette de liquide hyalin provenant de la graine perforée ; sur les siliques jeunes et par conséquent, très tendres, les morsures sont souvent limitées à la paroi de la silique et peuvent être d'une surface assez étendue (fig. 50).

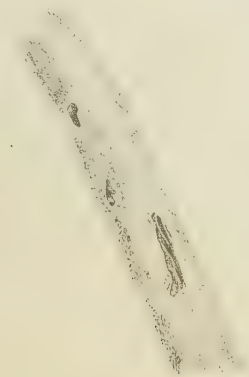


FIG. 50. — Morsures des adultes éclos depuis quelques jours sur de jeunes siliques de Colza de printemps, Versailles, 16 juillet 1956.

La diminution de la récolte consécutive à ces morsures nutritives varie considérablement suivant le rapport des surfaces de Crucifères d'hiver et de Crucifères de printemps et le nombre des charançons. Les emblavures consacrées aux Crucifères d'hiver étant généralement beaucoup plus importantes que celles de Crucifères de printemps, la densité de la population des charançons sur ces dernières plantes est souvent très élevée et le pourcentage de graines atteintes par les morsures nutritives peut atteindre 60 à 70 p. 100. Les charançons se nourrissent également des fleurs et des siliques d'*Erysimum* et de *Sinapis arvensis*.

HEYMONS (1922) mentionne que les jeunes charançons disparaissent et semblent rechercher leurs quartiers d'hiver « dès le commencement de la saison froide ». D'après D. GONAN (1948) les jeunes adultes recherchent les abris d'hiver dès les premiers jours d'août et ne circulent plus dans les champs à partir du début de septembre.

Afin de préciser la date à laquelle les Insectes entrent en hibernation,

il a été semé en 1951 près de Roye (Somme) et à Versailles de la Moutarde cultivée dans le courant du mois de juillet afin qu'elle constitue pour les jeunes charançons une plante attractive après la récolte du Colza. Le mauvais temps a retardé la moisson et la Moutarde n'a pu être semée que le 20 juillet à Roye.

Les semis ont été faits par bandes de 4 mètres de large avec des intervalles de 15 mètres où le sol a été maintenu propre par des façons superficielles. Le mois de juillet et le mois d'août ont été anormalement pluvieux et froids, ce qui peut avoir hâté l'hibernation.

Les notations ont été faites aux heures les plus chaudes de la journée ; les chiffres suivants, rapportés à 100 plantes, ont été relevés à Roye <sup>(1)</sup>.

22 août.....	33 Insectes	beau temps
28 août.....	16 Insectes	pluvieux
3 septembre.....	10 Insectes	ensoleillé

À Versailles, dans une parcelle semée en Moutarde à la mi-juillet à proximité d'une petite culture de Colza, il a été relevé, sur 100 pieds, 240 Insectes le 13 août, 20 le 19 et 0 à partir du 30. En 1951, les Insectes étaient nombreux le 6 juillet et rares à partir du 18 juillet sur le Colza d'hiver.

Il a été noté la présence d'un assez grand nombre de *C. assimilis* dans les chaumes de Colza en mélange avec les altises d'hiver (*Psylliodes chrysocephala*).

Il a été procédé également au relevé du nombre des jeunes adultes circulant sur 100 pieds dans un champ de Colza de printemps (Var. Liho) situé à proximité du champ de Colza d'hiver où avaient été faites la plupart des observations mentionnées précédemment. Il a été compté 650 Insectes le 16 juillet 1951, 90 le 20, 320 le 26, 40 le 31, 990 le 3 août, 0 le 7, 20 le 11. Le Colza a été fauché le 14 août.

En 1952, les jeunes adultes ont été notés sur du Colza de printemps à partir du 30 juin ; des numérations ont été faites à intervalles réguliers sur des hampes florales de Colza de printemps. Il a été relevé sur 100 hampes florales de Colza var. Liho (qui ne présentaient plus que des siliques à partir du 30 juin), le 30 juin : 182 Insectes ; le 2 juillet : 330 ; le 5 juillet : 285 ; le 8 juillet : 952 ; le 11 juillet : 132 ; le 15 juillet : 80 ; le 16 juillet : 5. Les mois de juin et de juillet ont été très chauds et très secs.

En 1954, la sortie des charançons a débuté le 8 juillet. L'importance des sorties et des déplacements a pu être chiffrée par le relevé des charançons capturés dans les bacs-pièges. Ceux-ci étaient placés dans les cultures du Centre de Recherches Agronomiques en trois endroits différents : dans la pièce des Petits-Prés, dans celle des Closeaux à proximité

(1) Chiffres communiqués par M. GODARD, Contrôleur local à Roye.

immédiate d'un champ de Colza d'hiver et dans une culture de pommes de terre située à 200 m du champ de Colza précédent. Le tableau ci-dessous indique les captures moyennes par bac et par périodes de 5 jours.

TABLEAU IX

*Captures moyennes de charançons par bac et par période de 5 jours.  
Versailles 1954.*

Dates	Petits Prés	Colza-Closeaux	P. de t. Closeaux
6 - 10 juillet.....	3	0	0
11 - 15 juillet.....	32	2	0
16 - 20 juillet.....	59	2	0
21 - 25 juillet.....	37	6	2
26 - 30 juillet.....	10	17	0,5
1 - 5 août.....	37	16	11
6 - 10 août.....	4	1	0,5
11 - 15 août.....	8	2	1
16 - 20 août.....	2	1	0

Chez ces jeunes charançons la proportion de femelles est sensiblement identique à celle qui a été relevée au printemps de l'année suivante chez les Insectes ayant hiverné ; elle a été de 34 p. 100 en 1952, de 43 p. 100 en 1953, de 39 p. 100 en 1954.

Ces relevés montrent que les Insectes commencent à se réfugier dans le sol entre le 10 juillet et le 15 août (quelques charançons sont trouvés jusqu'à la mi-octobre) c'est-à-dire au moment où la température est très élevée et non, comme le déclare HEYMONS, lors de l'apparition des premiers froids.

Cet arrêt précoce de l'activité, qui se traduit par une diapause imaginale d'une durée de 8 à 9 mois, peut être *a priori* attribué à l'action d'une longue photopériode, d'une déficience alimentaire, d'agents climatiques (température, humidité) ou enfin d'un facteur interne. Diverses expériences ont été faites en vue de préciser l'agent déterminant la diapause.

Les jeunes charançons provenant des larves recueillies sur des bacs en zinc et placées dans des pots (voir p. 450) ont été récoltés au fur et à mesure de leur sortie qui s'est produite entre le 28 juin et le 13 juillet 1952 ; ils ont été placés dans deux cages disposées dans une serre, une cage recevant la lumière naturelle et l'autre n'étant éclairée que de 9 à 17 heures 30 ; à l'intérieur de ces cages, l'humidité relative de l'air a été maintenue en permanence entre 90 et 95 p. 100 et la température moyenne a été de 23° ; des charançons de la même origine ont été élevés dans d'autres cages placées dans un local où la température moyenne a été de 21,5° ; dans les quatre cas, les charançons étaient tous enfouis avant le 18 juillet.

Des charançons récoltés le 2 août 1954 ont été répartis en 4 lots de 200 individus qui ont été élevés dans les conditions suivantes :

Lot A. — Elevage en serre sur des Colzas de printemps en pot qui avaient de jeunes siliques au moment du début de l'expérience.

Lot B. — Elevage en plein air sur des Colzas de printemps en pot.

Lot C. — Elevage au laboratoire sur des rameaux de Colza de printemps et de Moutarde sauvage (*Sinapis arvensis*).

Lot D. — Elevage au laboratoire sur des rameaux de Colza de printemps pendant 8 jours ; les Insectes ont été ensuite placés sur des pots de fleurs remplis de terre afin qu'ils s'enfouissent ; les pots ont été ensuite mis dans des étuves : à 12° pendant 10 jours, à 7° pendant 20 jours, à 12° pendant 10 jours, puis ensuite placés au laboratoire (température moyenne 19°).

Dans les lots A et B, les charançons ont été très actifs du 2 au 20 août ; ils se sont ensuite tous enfouis entre le 20 et le 25 août.

Dans le lot C, les charançons ont effectué de nombreuses morsures jusqu'au 13 août ; ils ont été ensuite placés dans un pot renfermant de la terre et se sont rapidement dissimulés dans le sol ; il a été constaté quelques sorties le 28 octobre ; la terre a été légèrement arrosée mais les charançons se sont enfouis à nouveau ; les nombres moyens de morsures pour 100 charançons ont été les suivants :

	Colza printemps		Moutarde sauvage	
	Petites	Grosses morsures	Petites	Grosses morsures
27 juillet .....	2510		1260	
29 juillet .....	2430	34	1210	11
31 juillet .....	1630	14	860	20
2 août.....	1180	10	980	8
4 août.....	1060	13	560	7
6 août.....	480	9	440	24
9 août.....	680	23	560	59
11 août.....	340	18	344	33
13 août.....	220	18	306	11

Enfin, dans le lot D, une légère reprise d'activité a été observée 8 jours après le transfert des pots dans la salle d'élevage mais elle a cessé 5 jours plus tard.

De jeunes adultes, capturés en plein air le 24 juillet 1951, ont été élevés sur des Colzas en pot présentant de jeunes siliques dans les conditions suivantes :

A) A la lumière naturelle dans une pièce où la température moyenne était de  $18^{\circ} \pm 2^{\circ}$ .

B) Dans une autre pièce où la température moyenne était de  $16^{\circ} \pm 1^{\circ}$  et à la lumière naturelle.

C) Dans la même pièce que B) mais les Insectes ne recevaient la lumière naturelle que pendant 8 heures 30 par jour.

Les Insectes se sont enfouis rapidement dans le sol à une profondeur de 0,5 à 5 cm. Tous les Insectes se trouvaient dans la terre le 12 août pour le lot C et le 20 août pour les lots A et B.

Le 1<sup>er</sup> octobre, la terre des pots du lot C a été tamisée et 20 Insectes ont été élevés dans des cagettes contenant des inflorescences de Colza à une température moyenne de  $20^{\circ} \pm 2^{\circ}$ . Ces Insectes ont effectué, du 2 octobre au 16 janvier, 178 morsures en moyenne. Le 21 janvier 1952, les deux Insectes encore vivants avaient l'abdomen rempli de réserves grasses mais les organes génitaux n'étaient pas développés.

Il était possible que les ovaires des jeunes charançons ne puissent se développer parce que les Insectes ne pouvaient s'alimenter de fleurs ou de boutons floraux de Crucifères. Des charançons ont été élevés dans des cagettes où étaient disposées des fleurs de Colza de printemps semé tardivement ; les autres n'avaient à leur disposition que de jeunes siliques de Colza de printemps. Les Insectes ont été disséqués à intervalles réguliers entre le 18 juillet et le 31 août ; il n'a pas été constaté un plus grand développement des ovaires dans un lot que dans l'autre. La mortalité a été plus élevée dans le second lot que dans le premier où des charançons ont vécu jusqu'au 22 septembre.

Le déclenchement de la diapause est donc vraisemblablement sous la dépendance d'un facteur interne très puissant et *C. assimilis* ne présente qu'une génération par an.

**Lieux d'hivernation.** — HEYMONS (1922) suppose que l'hivernation a lieu dans le sol alors que BARGAGLI (1885) pense que les Curculionides se réfugient dans la mousse.

Dans les élevages en pots renfermant de la terre meuble, j'ai constaté qu'environ 70 p. 100 des Insectes s'enfouissaient à une profondeur de 0 à 5 cm, 25 p. 100 entre 5 et 10 cm et 5 p. 100 entre 10 et 15 cm.

Il est impossible, à moins de disposer d'une importante main-d'œuvre, de déterminer les lieux d'hivernation par l'examen d'échantillons prélevés en différents endroits. Je me suis efforcé de délimiter avec une certaine approximation les principaux points d'hivernation en disposant des bacs-pièges en différents endroits ; ces bacs étaient placés à des distances plus ou moins grandes de pièces cultivées en Colza l'année précédente et de champs ensemencés en Colza l'année où avait lieu l'observation. Les bacs étaient mis en place avant l'apparition des charançons hivernants. La comparaison des captures faites dans les bacs et les fluctuations de ces captures avec le temps permettaient de situer les zones d'origine des charançons.

M. JUVIN, Ingénieur du G. I. O. M., a réparti les bacs dans plusieurs centres de production du Colza et a recruté des observateurs qui, chaque jour, récoltaient et dénombrèrent les charançons capturés dans chaque bac.

On peut conclure de ces nombreux relevés qu'une faible proportion de charançons restent dans le champ où ils se sont développés. Après la récolte du Colza, ils abandonnent le champ où ils ne peuvent trouver aucune nourriture et se dispersent, les uns allant à la recherche de Crucifères sauvages afin de s'alimenter alors que les plus précoces s'efforcent de trouver un endroit convenable pour l'estivation. Des expériences de laboratoire ont montré qu'au moment de gagner le sol, les jeunes charançons recherchaient une terre meuble et fraîche et à éléments assez grossiers ; ils se rassemblaient en grand nombre sous de petits tas d'herbes ou de feuilles mortes bien tassées, ce qui maintenait une certaine fraîcheur, ou dans la mousse, mais s'éloignaient des zones trop humides.

Les relevés de captures dans les bacs placés dans la Marne ont montré qu'ils étaient assez rares à la lisière des forêts de résineux végétant dans des terres légères mais qu'ils se rassemblaient dans les fossés bordant les chemins où les graminées en végétation assuraient une certaine fraîcheur aux Graminées en décomposition qui recouvraient le sol. Dans la région du Plessis-Belleville, des bacs ont été disposés en bordure d'un champ de Colza d'une superficie de 24 ha ; les captures ont été 8 à 10 fois plus importantes sur le côté faisant face à une dépression humide où se trouvaient des saules et des peupliers que sur les autres côtés. A Versailles, les charançons ont d'abord été capturés dans les bacs placés au voisinage d'une plantation d'osiers.

Ces rassemblements en des lieux humides sont d'autant plus accusés que la seconde quinzaine de juillet et la première décade du mois d'août sont plus secs. Lorsque cette période est pluvieuse, ils se dispersent beaucoup plus et manifestent alors une tendance à se réfugier en des zones relativement sèches.

#### IV. — FACTEURS DE LA PULLULATION

J'ai observé au cours du printemps 1950 la présence dans les champs de Colza de l'Ile-de-France d'un petit nombre de *C. assimilis* ; en juillet 1950, il n'y avait que 0 à 2 p. 100 de siliques de Colza parasitées dans le nord de la France et la région parisienne alors qu'il était relevé 40 à 100 p. 100 de siliques attaquées en juillet 1951. Au cours des années suivantes, le Charançon a brusquement pullulé dans d'autres départements situés à l'est, au sud et au sud-ouest du bassin parisien. Il est devenu également très nuisible dans des départements éloignés, tels que le Gers, où la culture du Colza n'occupait que 400 ha en 1953-1954 et 800 ha en 1954-1955.

### A. — FACTEURS CLIMATIQUES

L'hiver 1950-1951 n'a rien présenté de spécial ; le mois de décembre a été un peu plus froid que la normale ; la température moyenne du mois d'avril n'a été que de 8,59° ; le mois de mai a été froid (température moyenne 12°) et très pluvieux (100,9 mm) ; la floraison du Colza du type Alsace s'est échelonnée sur plus de 20 jours, ce qui a permis à l'Insecte de trouver des jeunes siliques durant toute la période de ponte. Bien que dans l'ensemble les conditions climatiques aient été défavorables à une sortie précoce des charançons et à des déplacements importants, les dégâts ont été très élevés dans les principaux centres de production. Il est vraisemblable que le Charançon qui ne se maintenait jusqu'en 1942 que sur des Crucifères sauvages ou sur des cultures grainières de Crucifères maraîchères s'est progressivement multiplié jusqu'en 1950 ; il est à noter cependant que les départements les plus éprouvés en 1951 (Somme, Aisne, Seine-et-Marne) produisaient très peu de graines de Crucifères maraîchères. Ceci prouve, tout au moins, les remarquables possibilités de multiplication du Charançon.

L'automne 1951 a été doux et sec ; les mois de mars, avril et mai 1952 ont été chauds et il n'est tombé que 13 mm d'eau durant tout le mois d'avril. Les nombres maxima d'Insectes relevés sur 100 hampes florales dans les cultures de la Station d'Amélioration des Plantes de Versailles ont été, pour la Navette, de 47 le 20 avril 1951 et de 700 le 16 avril 1952, pour le Colza d'hiver, de 21 le 20 avril 1951 et de 252 le 21 avril 1952.

Des traitements insecticides ayant été faits dans les cultures où de graves dégâts avaient été enregistrés l'année précédente, il n'a pas été possible de poursuivre l'examen des fluctuations de population ; les pertes les plus importantes ont été observées dans les régions où l'Insecte étant rare jusqu'alors, les cultivateurs n'avaient pas effectué de traitement.

L'hiver 1955-1956 a été très rigoureux, la température moyenne du mois de février a été de — 3,91° et un pourcentage très élevé des cultures de Colza d'hiver ont été détruites ; il ne semble pas que ces froids rigoureux aient sensiblement augmenté la mortalité hivernale des charançons ; ceux-ci sont d'ailleurs très nuisibles en Allemagne, en Hollande, ainsi qu'en Suède.

Les conditions printanières les plus favorables à la multiplication du charançon sont les suivantes : des précipitations suffisantes en février et au début de mars permettant à l'Insecte de reprendre son activité dès que la température s'élèvera ; une température maximum à 2 m sous abri égale ou supérieure à 15° ayant lieu à plusieurs reprises à la fin du mois de mars ou au début d'avril qui permettra la sortie génée-

ralisée des Insectes ; celle-ci sera suivie de déplacements importants lorsque les températures maxima atteindront 17,5-18°. Si la température moyenne reste relativement basse (10-12°) à partir des derniers jours d'avril, la ponte pourra se dérouler normalement et la floraison du Colza étant plus échelonnée, les femelles disposeront de jeunes siliques pendant une plus longue période ; en outre la sortie des parasites, notamment de *Perilitus melanopus* sera retardée.

Au moment de la migration larvaire, les larves éprouvent de grosses difficultés à pénétrer dans le sol si la terre est très sèche en surface et la mortalité peut être importante à ce moment ; il en est de même au moment de la sortie des jeunes adultes ; dans les expériences mentionnées p. 450 et 453, 32, 29 et 29 p. 100 seulement des larves qui ont migré au sol ont donné des adultes.

Afin d'hiverner dans de bonnes conditions, les imagos doivent consommer pendant quelques jours une quantité importante de nourriture ; il est donc nécessaire qu'ils trouvent facilement à ce moment, c'est-à-dire entre le 1<sup>er</sup> et le 15 ou le 25 juillet suivant les années, des feuilles ou des tiges vertes. Si le mois de juin a été sec et chaud, les colzas peuvent être parvenus à complète maturité dans les premiers jours de juillet et une partie des charançons sera dans l'impossibilité d'accumuler une quantité suffisante de réserves adipeuses.

Les violentes pluies d'orage entraînent la mort des charançons, principalement de ceux qui ne sont sortis du sol que depuis quelques heures ; c'est ainsi que j'ai observé le 25 juillet 1951 une disparition presque totale des charançons pendant quelques jours à la suite d'un violent orage dans la région du Plessis-Belleville.

Enfin, un hiver très humide semble être défavorable à la pullulation du Charançon ; des mortalités très importantes et parfois totales ont été observées dans des bacs renfermant un grand nombre de charançons hivernants qui avaient été placés en des lieux humides.

Le Charançon est peu nuisible dans les régions soumises à un climat maritime : les fortes précipitations hivernales doivent entraîner une forte mortalité par asphyxie des Insectes en diapause ; les fréquentes précipitations printanières et les grands vents gênent les déplacements et la ponte.

## B. — PLANTES-HOTES

Les plantes pouvant être attaquées par le Charançon des siliques sont mentionnées p. 468. Les œufs peuvent être déposés dans un assez grand nombre de Crucifères cultivées ou adventices ; suivant la dimension des graines des Crucifères et la longueur des siliques au moment de l'éclosion de la larve le nombre des graines détruites pourra être assez variable ; c'est ainsi que les siliques parasitées de *Raphanus* sp. (Radis, Ravenelle)

n'ont généralement qu'une seule graine détruite par la larve alors qu'il peut y en avoir jusqu'à 6 à 7 avec une moyenne de 2,5 pour le genre *Brassica*.

L'examen des siliques venant de parvenir au terme de leur croissance montre que les ovules sont séparés par des tissus plus ou moins abondants suivant les espèces ou variétés de Crucifères : ils sont peu développés chez le Colza, la Navette, les moutardes, le Rutabaga, le Chou de Chine et développés chez le Chou, le Chou-navette, le Brocoli, le Chou de Bruxelles et surtout le Chou-rave. Pour ces dernières, la larve qui a complètement rongé la graine située à proximité du lieu de ponte a plus ou moins de difficultés pour atteindre la graine voisine. DOUCETTE (1948) a fait des relevés de mortalité larvaire en relation avec l'anatomie des siliques : il a constaté que cette mortalité pourrait atteindre près de 100 p. 100 chez le Chou-rave.

J'ai constaté tous les ans une certaine mortalité des larves à l'intérieur des siliques de Colza, mortalité qui n'était pas due à l'action de prédateurs ou de parasites animaux ; les cadavres renfermaient des Bactéries qui étaient vraisemblablement saprophytes. Cette mortalité se produisait de façon très irrégulière et atteignait parfois 25 p. 100 de la population larvaire.

Il a été dénombré entre le 10 et le 26 juin 1956 les siliques attaquées, les larves ayant commencé ou terminé leur développement (décelables par l'examen des graines attaquées), les orifices de sortie (larves de charançons ou parasites adultes) les larves vivantes au moment de l'examen ou mortes par suite d'une action non parasitaire ou tuées par des parasites. Les chiffres ci-dessous sont rapportés à 100 siliques ou exprimés en pourcentages ; le pourcentage de larves parasitées est inférieur à la réalité car les parasites éclos avant les numérations sont mentionnés dans la colonne des « orifices de sortie ».

TABLEAU X

*Relevés du nombre de larves vivantes et mortes  
par suite d'une action parasitaire ou non (Versailles 1952).*

Dates des relevés	Nombre total larves	Orifice de sortie	Nombre de larves de charançons			% larves mortes	
			vivantes	mortes par action		par action non parasitaire	par parasites
				non parasitaire	parasitaire		
10/6.....	44	12	13	11	8	25	18
14/6.....	37	18	9	6	4	16	10
17/6.....	55	19	14	14	8	25	14
20/6.....	38	30	2	6	0	15	0
23/6.....	66	46	6	8	6	12	10
26/6.....	74	48	0	12	14	16	18

L'examen de ces chiffres montre que le pourcentage des larves tuées par des parasites est inférieur à celui des larves mortes pour des raisons diverses.

L'absence temporaire de cultures de Colza, volontaire ou consécutive à la destruction par le gel, n'entraînera pas la disparition par inanition du charançon ; celui-ci peut, en effet, se maintenir sur les ravenelles ainsi que sur les pieds de Colza qui sont parfois très abondants dans les champs de Céréales et surtout de Luzerne faisant suite à une culture de Colza.

Il n'est pas rare de voir des champs de Luzerne présentant une très forte densité de pieds de Colza sur lesquels pullulent les charançons ; au moment de la première coupe de la Luzerne, qui est généralement faite à la fin de mai dans la région parisienne, c'est-à-dire après l'application des traitements insecticides, ces charançons vont aller sur les cultures de Colza environnantes. Par contre, si le fauchage est fait à la fin de la première décade de juin, les charançons existant dans la Luzerne auront pu pondre dans les siliques des Colzas végétaux dans la culture et la coupe entraînera la mort des œufs et des larves.

### C. — PRÉDATEURS ET PARASITES

En Allemagne, HEYMONS (1922) a décrit la biologie d'un Chalcidien : *Trichomalus herbidus* WALKER (*T. fasciatus* THOMPSON) ; SPEYER (1925 b) a signalé le Braconide *Perilitus melanopus* RUTHE et un Proctotrypide : *Platygaster* sp. WEISS (1940) mentionne *T. herbidus* et un autre *Pteromalinae* : *Xenocrepis pura* MAYR ainsi que la présence sur l'imago d'un Acarien : *Trombidium holosericum* L. et une affection bactérienne sur les larves ; il a été également trouvé en 1955 un Braconide : *Microctonus melanopus* RUTHE (dét. C. FERRIÈRE).

En Suisse, GUNTART (1949) cite *T. herbidus* et *Xenocrepis pura* MAYR.

Il a été trouvé aux États-Unis un Eulophide : *Necremnus duplicatus* GAHAN (GAHAN 1941), *Trichomalus herbidus*, *Trichomalus* sp. *Disema* sp., *Eurytoma* sp. (DOUCETTE 1948) ; d'après CARLSON, LANGE et SCIARONI (1951), l'espèce la plus abondante en Californie est *Xenocrepis pura* ; ils ont également signalé *Amblymerus mayetioli* GAHAN et *Trimeromicrus maculatus* GAHAN, *Trichomalus herbidus* et *Spilochalcis side* WALK.

Au Canada, *Trichomalus fasciatus* THOMPSON est, de beaucoup, le parasite le plus important ; il a été également trouvé *Habrocytus* sp., *Bracon* sp., *Necremnus duplicatus* GAHAN, *Eupelmella vesicularis* RETZ, *Eurytoma* sp. et *Zatropis* sp.

En Colombie britannique, *T. herbidus* (*T. fasciatus* THOMPS.) est le parasite le plus important de *C. assimilis* ; il représente 94,1 et 85,9

p. 100 de tous les parasites du Charançon relevés respectivement en 1950 et 1951. McLEOD signale qu'il y a probablement 2 générations par an et que la sortie des adultes de la 2<sup>e</sup> génération s'échelonne du 11 juillet jusqu'au 10 octobre ; les adultes qui éclosent en juillet et au début du mois d'août meurent en 3 semaines alors que ceux qui éclosent après le 15 août restent actifs jusqu'en octobre puis hibernent.

RISBEC (1953) a signalé *Perilitus melanopus*, parasite imaginal, *Trichomalus herbidus*, *Xenocrepis pura*, *Aplastomorpha calandrac* HOW. parasites larvaires, et un *Mymaridae* : *Patasson brachygaster* DEBAUCHE, parasite embryonnaire.

Je ne mentionnerai ici que des indications sommaires sur les prédateurs et parasites de *C. assimilis*, mon collaborateur, M. JOURDHEUIL, procédant à une étude d'ensemble sur les prédateurs et parasites des Insectes nuisibles aux Crucifères oléagineuses.

Des Nématodes ont une action prédatrice élevée mais leur répartition est très localisée.

Les principaux Hyménoptères parasites observés par JOURDHEUIL dans la région parisienne sont :

*Braconidae* : *Diospilus oleraceus* HALIDAY, *Diospilus morosus* REINH., *Bracon discoideus* WESM., *Perilitus melanopus* RUTH, *Sigalphus obscurus* NEES.

*Pteromalidae* : *Trichomalus perfectus* WALK (1), *Xenocrepis pura* MAYR.  
*Ichneumonidae* : *Thersilochus* sp.

*Mymaridae* : *Anaphoidea declinata* SOYKA (parasite embryonnaire).

Quelques autres espèces, peu communes, ont été observées.

Dans la région parisienne, le parasite le plus actif du Charançon des siliques est *Perilitus melanopus* ; il hiberne à l'état larvaire dans les charançons mâles ou femelles et se développe rapidement dès la reprise de l'activité des charançons. Les charançons parasités par *P. melanopus* RUTHE sont facilement reconnaissables : l'abdomen renferme un grand nombre de petits globules graisseux blanchâtres ; en fin de développement du parasite, l'abdomen du Charançon est distendu et déborde largement à l'extrémité des élytres. La nymphose s'échelonne sur une assez longue période ; en 1953 par exemple, elle a débuté vers la mi-avril et quelques adultes ont été trouvés au début de mai ; ils n'ont été relativement nombreux qu'à partir du 10 mai. Ils sont apparus le 5 mai 1954.

Ce parasite est réparti de façon très irrégulière ; c'est ainsi que les charançons récoltés journellement sur des navets au printemps 1953 étaient parasités dans la proportion de 50-60 p. 100 alors qu'il y en avait seulement 1 à 3 p. 100 pour les Insectes prélevés dans un champ de Colza distant de 500 m.

(1) DELUCCHI et GRAHAM (1956) estiment que *T. herbidus* Walk. décrit par divers auteurs comme parasite de *C. assimilis* est en réalité *T. perfectus* Walk.

Les *Perilitus* qui viennent d'éclore ainsi que la génération suivante (3<sup>e</sup> génération) pondent sur les charançons hibernants ; le pourcentage de charançons parasités qui devient très faible entre le 10 mai et le début ou la fin de la première décade de juin suivant les années, devient très important entre le 15 juin et le 20 juillet (voir tableau II).

Le second parasite important est *Trichomalus perfectus* WALK. ; c'est un parasite larvaire externe qui dépose un seul œuf auprès d'une larve de *C. assimilis*. Les adultes sont apparus à partir du 10 avril 1953 et du 22 avril 1954.

Le graphique n° 51, établi d'après les notations effectuées par JOURDHEUIL en 1953 et 1954 représente schématiquement, de haut en bas, l'importance des captures de *P. melanopus*, de *T. herbidus* et de l'ensemble des Hyménoptères parasites de divers Insectes nuisibles au Colza (Charançon des siliques, *C. napi*, *C. quadridens*, Meligèthe, Cécidomyie, etc.). On voit qu'à partir du 10-15 mai, le nombre de ces parasites augmente brusquement et que des traitements insecticides appliqués à partir de ce moment détruiront une proportion élevée de ces auxiliaires.

## V. — NATURE ET IMPORTANCE ÉCONOMIQUE DES DÉGATS

Le Charançon des siliques est nuisible aux cultures grainières de Crucifères de trois façons différentes : par les morsures nutritiales des adultes hivernants ou des jeunes adultes, par les dégâts larvaires, et, indirectement, en favorisant la pénétration ou le développement d'autres organismes animaux ou végétaux.

**Morsures nutritiales.** — J'ai indiqué p. 420 que les charançons hivernants se nourrissent voracement des boutons floraux des Crucifères peu de temps après la reprise de l'activité ; en règle générale, ces morsures ne se traduisent que par des perforations des sépales et des pétales qui n'ont aucune répercussion sur le rendement. Ces morsures peuvent entraîner le dessèchement des boutons floraux lorsque les Insectes sont très nombreux et lorsqu'ils parviennent dans une culture où le stade floral moyen est ABC (cas des Crucifères de printemps).

J'ai mentionné p. 434 et figure 39, que les morsures nutritiales sur les fruits sont nombreuses sur les siliques de Crucifères d'hiver à partir des premiers jours de mai ; à une température moyenne de 20°, elles sont en moyenne, par couple et par jour, de 5 à 6 durant la première décade de mai et de 12-16 au cours des deux dernières décades de mai. Sur les jeunes siliques, presque toutes les morsures détruisent une jeune graine ; les chances de destruction des graines par les morsures diminuent

progressivement en parallèle avec la taille des siliques, les graines étant de moins en moins appliquées les unes contre les autres et les valves augmentant d'épaisseur. Inversement, la destruction de très jeunes ovules ne se traduit pas par la perte d'un nombre équivalent de graines mûres, car les autres ovules bénéficieront d'une quantité de sève plus importante ou la plante sera en mesure de produire d'autres fleurs et siliques : par contre, les morsures atteignant des ovules ayant presque atteint leur

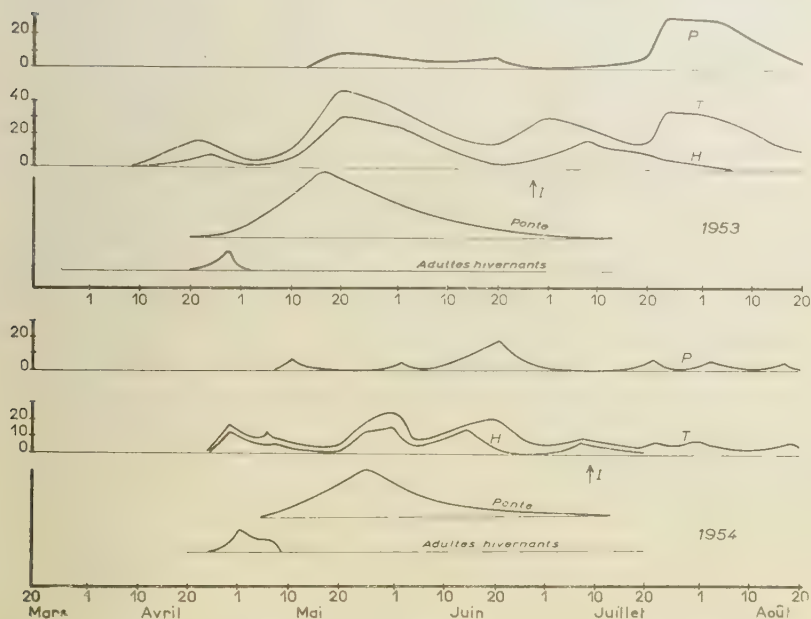


FIG. 51. — Captures de *P. melanoplus* (P), *T. perfectus* (H.) et de l'ensemble des parasites (T) des principaux Insectes nuisibles au Colza par 100 coups de filet-fauchoir; pontes de *C. assimilis* et présence des *C. assimilis* hivernants dans les champs de Colza à Versailles en 1953 et 1954. La flèche I indique l'apparition des jeunes imagos.

taille maximum, mais qui ne sont pas encore à l'état laiteux, entraînent la mort de la graine et une perte de sève ; enfin les morsures faites sur des graines plus avancées n'empêchent généralement pas la maturation de la graine mais elles peuvent permettre le développement de champignons.

Afin de pouvoir chiffrer l'importance des pertes occasionnées par les morsures nutritives, il était nécessaire de déterminer au préalable le nombre moyen de graines par silique parvenant à maturité en l'absence de toute attaque d'Insecte ou de Champignon. Il a été fait des numérations d'ovules sur des siliques de 10-20 mm, 20-40, 40-60, 60-80, et plus de 80 mm de Colza d'hiver var. Alsace, récoltées dans une cage munie

d'un grillage à fines mailles et sur des siliques de la même variété récoltées dans un champ ayant une forte population de charançons ; ces numérations ont été faites le 26 mai et ont porté sur 50 siliques pour chaque lot.

Longueurs des siliques	Cages grillagées	Plein champ	
	Ovules normaux	Ovules normaux	Ovules atrophiés
10 — 20 mm .....	32,5	32	0
20 — 40 mm .....	29,2	24,4	4,5
40 — 60 mm .....	27,6	19,7	7,5
60 — 80 mm .....	26,2	22,4	3,6
plus de 80 mm .....	26,3	24,7	1,1

Ces chiffres montrent, qu'à la date à laquelle a été faite la numération, le pourcentage moyen des ovules détruits par les morsures nutritives était pour les siliques de 20 à plus de 80 mm de l'ordre de 15 p. 100.

L'intérêt économique des piqûres nutritives est d'autant plus élevé que le nombre des graines par silique est plus faible (cas des Radis).

**Dégâts larvaires.** — L'importance des dégâts larvaires peut varier dans de très fortes proportions suivant l'espèce ou la variété de Crucifères attaquée, le nombre moyen de larves par silique, la longueur de la silique au moment de la ponte et la vitesse de croissance de la silique.

DOUCETTE (1947, 1948) a étudié comparativement, aux États-Unis, la croissance des larves dans les siliques de diverses Crucifères ; il a constaté que les larves ne se développent que dans les fruits des plantes appartenant aux genres *Brassica* et *Raphanus* ; les nombres moyens de graines endommagées par une larve et par silique étaient de 1,93 (minimum : 1, maximum 4) pour le Radis (*Raphanus sativus* L.) et de 1,17 (minimum 1, maximum 3) pour *Raphanus raphanistrum*.

Différentes espèces et variétés de Crucifères ont été plantées en essais comparatifs avec 4 à 5 répétitions en 1944-45 et 1945-46. Les nombres moyens de larves pour 100 siliques ont été de 0 pour la Moutarde blanche (*Brassica hirta alba*), de 1 à 7 pour la Moutarde noire (*Brassica nigra*), de 74 à 85 pour les Radis cultivés, de 98 à 181 pour les Rutabaga, de 151 à 182 pour les choux ; des différences significatives ont été relevées entre diverses variétés de choux (189 à 391 larves).

CARLSON, LANGE et SCIANORI (1951) ont procédé dans la région côtière de la Californie à des numérations sur diverses Crucifères. Suivant les régions prospectées, ils ont relevé les pourcentages suivants de siliques attaquées : 0 à 88 p. 100 pour la Moutarde jaune sauvage (*Brassica campestris*), 6 p. 100 sur la Moutarde noire sauvage, 30 p. 100 sur le Radis sauvage (*Raphanus sativus*) et, dans un autre essai, 22 p. 100 sur les Choux-brocolis et 0 à 2 p. 100 sur les Choux ordinaires.

Je n'ai pas fait d'essais comparatifs avec diverses Crucifères mais j'ai noté des attaques graves sur des siliques de Choux, de Radis, de

Navette et de Colza ; la Moutarde blanche et la Moutarde noire ont été très faiblement attaquées. Les larves ont été observées beaucoup plus rarement dans les siliques de la Moutarde sauvage (*Sinapis arvensis* L.) que dans celles de la Ravenelle (*Raphanus raphanistrum* L.).

Mes notations ont porté principalement sur le Colza d'hiver. Il peut y avoir de 1 à 4 larves par silique ; un relevé fait en 1952 dans un lot témoin d'un champ d'essais de la Ferté-Milon (Aisne) a donné les chiffres suivants : 18 p. 100 de siliques saines, 57 p. 100 de siliques ayant 1 larve, 16 p. 100 de siliques ayant 2 larves et 10 p. 100 parasitées par 3 larves. Dans un champ situé aux environs de Versailles et ayant reçu un traitement insecticide, il a été relevé 57 p. 100 de siliques saines, 9,4 p. 100 de siliques ayant 1 larve, 10 p. 100 avec deux larves et 18 p. 100 avec 3 larves.

Le mois de juin 1951 fut très pluvieux et la récolte du Colza ne se termina que le 20 août. Les siliques attaquées furent envahies par des champignons qui amenèrent la pourriture des graines mordillées par les larves. Il fut relevé dans des cultures de Colza de la Somme, de l'Aisne et de la Seine-et-Oise jusqu'à 100 p. 100 de siliques attaquées : près de 40 p. 100 des graines étaient totalement ou partiellement détruites. D'après les estimations faites par les groupements professionnels, les pertes de rendement par ha dans les régions fortement attaquées étaient de 10 à 15 qx/ha.

En 1952, au contraire, le mois de juin fut très chaud et sec ; les siliques se développèrent rapidement et il n'y eut pas de développement d'affections cryptogamiques. La récolte commença le 7 juillet ; il n'y eut en moyenne que 2,5 graines détruites par larve.

Il a été fait entre le 11 et le 17 juillet 1953 des notations dans un champ de Colza var. Alsace situé aux environs de Versailles et très fortement attaqué ; il y avait 62,3 p. 100 de siliques présentant 1 à 7 graines détruites ; dans quelques cas, les graines avaient été lésées par des morsures nutritives. La liste ci-dessous indique successivement la proportion des siliques présentant de 1 à 7 graines détruites, celle des siliques renfermant des larves non parasitées ou 1 larve de *Trichomalus perfectus* WALK. ou de *Xenocrepis pura* MAYR.

1 graine	—	9,6 %	dont 6	% avec 1 larve, 2,7	% <i>Trichomalus</i> , 0,9	% <i>Xenocrepis</i>
2	—	15,7	—	12,4	—	1,3
3	—	18,3	—	16,2	—	2,0
4	—	8,3	—	6,2	—	0,77
5	—	6,0	—	6,0	—	0
6	—	3,3	—	3,3	—	0
7	—	1,0	—	1,0	—	0

Un relevé opéré le 9 juillet 1954 dans une grande pièce de Colza d'hiver des environs de Versailles présentant une infestation moyenne a donné les chiffres suivants, ramenés à 100 siliques.

Nombre de larves ayant migré : 106 (6 p. 100 des siliques présentant 2 larves).

Nombre de graines entièrement détruites : 206.

Nombre de graines à demi-rongées : 138.

Nombre de graines présentant de légères morsures : 51.

J'ai signalé précédemment que les charançons hivernants et les jeunes adultes pouvaient se porter en grand nombre sur les champs de Colza de printemps et occasionner de nombreuses morsures nutritives sur les siliques. Les dégâts larvaires sont relativement réduits car les charançons hivernants qui parviennent sur le Colza de printemps sont généralement sur le point de terminer leur ponte ; ce sont donc surtout les morsures nutritives qui sont à craindre et elles peuvent diminuer le rendement de 0 à plus de 70 p. 100.

#### Relations existant entre les dégâts des charançons et ceux de la Cécidomyie des siliques.

BORNER (1920), BORNER, BLUNCK, SPEYER et DAMPF (1921) ont signalé que la ponte de la Cécidomyie des siliques (*Dasyneura brassicae* WINN.) ne peut avoir lieu que dans des siliques blessées par d'autres Insectes (Meligèthe, *C. assimilis* et altises). SPEYER (1921-1925) confirme ces observations ; les Ceuthorrhynques (*C. pleurostigma* MARSH, *C. Leprieuri* Ch. BRISS, *C. quadridens* PANZ. et surtout le charançon des siliques seraient les principaux agents primaires ainsi que les oiseaux ; la Cécidomyie circulerait à la surface des siliques jusqu'à ce qu'elle trouve un orifice où elle introduit son ovipositor. D'après WEISS (1940), le Charançon faciliterait le développement de *D. brassicae* et du Champignon *Alternaria brassicae* BERK.

Il est improbable, d'après BARNES (1946), que la ponte de *D. brassicae* soit entièrement liée à la présence de morsures de *C. assimilis*. Selon MÜHLE (1951), *D. brassicae* peut facilement pondre dans des siliques, même âgées, ne présentant pas de lésions et SPEYER aurait confondu des piqûres de ponte de Cécidomyie avec celles de *C. assimilis*. FREY (1953) estime que les observations de MÜHLE sont insuffisantes mais KIRCHNER (1953) partage l'opinion de MÜHLE.

NOLTE (1954), NOLTE et FRITZSCHE (1954) ont vu des pontes de Cécidomyie sur des siliques absolument indemnes ; SYLVEN (1949), STEVENSON (1955), ANKERSMIT (1955) n'ont observé des pontes de Cécidomyie que sur des siliques blessées. FROLICH (1956) a étudié la ponte de *D. brassicae* en plein air et au laboratoire. Il a élevé comparativement des Cécidomyies sur des siliques, en présence ou non de *C. assimilis*, et il a constaté que les lots sans charançons ne présentaient qu'un très petit

nombre de larves de cécidomyies ce qui ne lui a pas permis de prendre position sur cette question.

En France, la Cécidomyie des siliques est commune depuis plusieurs années et elle a occasionné des dégâts assez importants alors que le Charançon des siliques était inexistant ou très rare. A Versailles, les pontes de la première génération des cécidomyies s'échelonnent entre le 20 avril et le 10 mai et, dans la plupart des cas, entre le 20 avril et le 1<sup>er</sup> mai, c'est-à-dire avant le début de la ponte des charançons. En ce qui concerne la première génération de cécidomyies, les trous de ponte de charançon ne sont nullement nécessaires pour la ponte des cécidomyies : celles-ci utilisent n'importe quelle fissure qu'elles peuvent trouver sur les siliques et les morsures nutritives des charançons leur conviennent

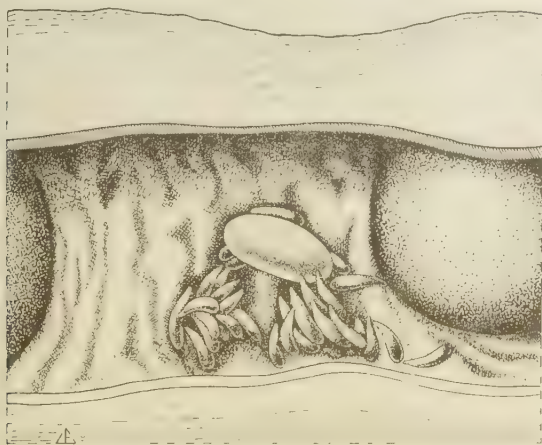


FIG. 52. — Pontes de Cécidomyie des siliques faites par le trou de ponte du Charançon, sur une silique de Colza d'hiver, Versailles, 25 juin 1952.

parfaitement. Il en est de même pour la 2<sup>e</sup> génération de Cécidomyie mais les trous de ponte, plus vastes, sont préférés, et l'on peut trouver des œufs de Cécidomyie dispersés autour de l'œuf de charançon (fig. 52). Ces relations entre le Charançon et la Cécidomyie sont importantes à connaître pour la détermination de la date des traitements insecticides.

## VI. — MOYENS DE LUTTE

Les moyens de lutte à envisager contre le Charançon des siliques peuvent être classés en méthodes culturales, en l'emploi de moyens mécaniques, en traitements chimiques du sol et en traitements insecticides contre les œufs, les larves, ou les adultes.

## A. — MÉTHODES CULTURALES

Nous avons vu précédemment que les jeunes adultes devaient s'alimenter pendant quelque temps avant d'entrer en diapause. Il est donc possible d'occasionner une mortalité assez élevée de ces adultes, avant l'entrée en diapause ou au cours de l'hivernation, en réduisant au maximum les Crucifères dans le voisinage des champs de Colza. Pour atteindre ce but, il est nécessaire de déchaumer immédiatement après la récolte les champs de Crucifères d'hiver et de printemps et de détruire les Crucifères sauvages ; celles-ci sont rares dans les champs de Colza mais sont fréquentes dans les cultures de Céréales ainsi qu'en bordure des pièces.

Les jeunes adultes commençant à apparaître dans les derniers jours de juin ou au cours de la première décade de juillet, on ne peut espérer atteindre par ce procédé que les charançons les plus tardifs.

J'ai signalé précédemment que la Moutarde d'hiver ou de printemps est rarement attaquée et que les pertes sont faibles pour la Navette. Les Colzas de printemps sont moins fortement attaqués que les Colzas d'hiver, sauf lorsqu'ils se trouvent au voisinage d'importantes cultures de Crucifères d'hiver.

Dans les régions où les charançons ont occasionné de graves dommages, il peut donc être conseillé de remplacer le Colza d'hiver par la Moutarde ou la Navette d'hiver ou de printemps, ou le Colza de printemps. On a avantage à utiliser des variétés de Colza de printemps à floraison tardive ou à semer 8 à 10 jours après la date normale afin que les siliques ne se forment qu'au moment de la fin de la période de ponte.

L'examen des figures 22, 23, 26 montre qu'en règle générale, l'arrivée massive des charançons dans les cultures de Colza d'hiver du type « Alsace » se produit lorsque le pourcentage de fleurs écloses est élevé.

Les dates d'apparition en 1953 des premières fleurs, du maximum et de la fin de la floraison des variétés de Colza d'hiver, de la collection de la Station d'Amélioration des Plantes sont résumées ci-dessous :

1<sup>o</sup> *Variétés précoces*. — Rochechouart, Pradel, Lyonnais : 12/4-22/4-26/5 ; Haute-Alsace : 21/4-24/4-28/5.

2<sup>o</sup> *Variétés semi-précoces*. — l'ascié, Ingolsheim, Ille-et-Vilaine : 19/4-26/4-4/6 ; Indehiscent, Parapluie (Drôme), Hohenheimer, Orléans, Janetski : 21/4-27/4-4/6 ; Hambourg, Besançon, Meuse, Krapphamer, Matador : 22/4-26-30/4, 3-8/6.

3<sup>o</sup> *Variétés tardives*. — Eure : 22/4-26/4-5/6 ; Alsace : 23/4-29/4-4/6 ; Pays de Caux, Slapy : 24/4-3/5-4/6 ; Rapko, Dwarf-Essex, Magny : 25/4-1-3/5-5/6 ; Vendée, Parapluie (Calvados) : 26/4-1-4/5-5/6 ; Sainte-Cécile, Svalof-Spat, Valois : 26/4-1-3/5-5/6.

On remarquera qu'il existe d'assez grandes différences entre le

premier chiffre (début floraison) et le troisième (fin floraison) suivant les variétés.

Quelques cultivateurs qui avaient l'habitude de semer deux variétés de Colza d'hiver en mélange ont signalé que la variété à floraison la plus précoce constituait une plante-piège sur laquelle les charançons groupaient leurs pontes. En 1951, par exemple, un agriculteur du Soissonnais avait semé, à la dose de 8 kg à l'ha, un mélange constitué par 20 p. 100 de la variété Nain de Hambourg et 80 p. 100 de la variété Alsace avec un peu de Lembkes ; les siliques de la variété Nain de Hambourg auraient été attaquées dans la proportion de 100 p. 100 alors que celles de la variété Alsace auraient été pratiquement indemnes ; le rendement moyen a été de 28 quintaux.

Des notations effectuées en 1949 (BONNEMAISON 1949) ont montré qu'il existait un certain décalage dans la floraison des deux variétés, ce décalage étant décelable par la notation du pourcentage de pieds ayant au moins une fleur ouverte ou par le nombre moyen de fleurs par plante.

Ces chiffres montrent que la différence de précocité de floraison entre les deux variétés de Colza n'est que de l'ordre de 3 à 4 jours ; les mêmes différences ont été observées en 1951 et 1952.

TABLEAU XI

*Différence végétative entre la Navette Lembkes  
et les variétés de Colza Nain de Hambourg et Lembkes (1949).*

	10/4	14/4	16/4	19/4	23/4	26/4	30/4	3/5	7/5	11/5	16/5
% pieds ayant au moins 1 fleur ouverte .....											
Navette Lembkes .....	4	11	32	90	98	100					
C. de Hambourg .....	0	2	22	90	95	100					
C. de Lembkes .....	0	1	10	55	95	100					
Nombre moyen de fleurs par plantes .....											
Navette Lembkes .....		1	6	55	117	80	73	30	4		
C. de Hambourg .....		0	5	34	109	121	95	67	40	13	1
C. de Lembkes .....		1	1	17	50	98	94	72	26	9	2

J'ai procédé en 1952 à des numérations dans plusieurs champs de Colza enssemencés avec un mélange d'une variété précoce et d'une variété tardive ; je n'ai pas constaté que le pourcentage moyen des siliques attaquées était inférieur à celui des champs ne comprenant qu'une variété. En mettant à la disposition de l'Insecte, des fleurs, puis des siliques, pendant une très longue période, cette technique favorise la multiplication des charançons et rend plus délicate la détermination de la date des traitements insecticides et de la récolte.

Nous verrons que les traitements insecticides dirigés contre les adultes sont d'une réalisation délicate pour diverses raisons. Parmi

celles-ci il en est deux qui sont relatives à la plante-hôte : il est difficile de répartir régulièrement l'insecticide sur des colzas ou des navettes en fleurs, car les pétales forment un écran s'opposant à la dissémination de la substance toxique et les pétales recouverts de l'insecticide tombent 24 à 48 heures après l'épanouissement de la fleur. Il en résulte qu'une partie importante de l'insecticide est perdue le lendemain du traitement ; les abeilles, étant très avides des fleurs de Colza, butinent activement et peuvent être intoxiquées. D'autre part, la hampe florale principale se développant très rapidement dans les jours qui précèdent le début de la floraison, il est nécessaire de placer les rampes des poudreuses ou des pulvérisateurs à une grande hauteur ce qui a pour conséquences d'entraîner une perte importante en insecticide et de diminuer fortement sa dissémination dans la masse de la plante.

L'emploi d'insecticides toxiques pour les abeilles ayant conduit à une législation complexe où les traitements étaient autorisés jusqu'au moment où la densité florale moyenne du champ était égale à 100 fleurs au m<sup>2</sup> j'avais été amené à étudier les fluctuations de la densité florale. La figure 53 indique le nombre moyen par pied de fleurs à différents stades sur les première, deuxième et troisième inflorescences du Colza d'hiver, var. Alsace ; la figure 54 représente les courbes cumulatives des fleurs à différents stades de ces trois premières inflorescences. Enfin la figure 55 indique le nombre total de fleurs par m<sup>2</sup> du Colza « Alsace » semé le 1<sup>er</sup> et le 14 septembre 1953. On voit que pour le semis du 1<sup>er</sup> septembre, les premières fleurs sont apparues le 16 avril et la floraison maximum a eu lieu le 7 mai, soit 21 jours plus tard.

Une première amélioration consisterait en l'emploi de variétés sélectionnées dont la floraison, et plus spécialement le temps entre l'apparition des premières fleurs et la floraison maximum, serait réduit de plusieurs jours par rapport aux variétés actuelles.

Il serait particulièrement intéressant de sélectionner ou de créer par croisement des variétés à floraison tardive, c'est-à-dire présentant sous le climat parisien en moyenne 100 fleurs au m<sup>2</sup> dans les premiers jours de mai, dont la période de floraison serait courte ce qui permettrait de faire la récolte à la même date que les variétés du type Alsace. Les charançons les plus précoces n'auraient pas à leur disposition, dans les quelques jours qui suivent la reprise d'activité, des boutons floraux bien développés, ce qui retarderait le développement des organes génitaux et les rendrait plus vulnérables aux prédateurs et parasites.

La pleine floraison se produirait dans ces conditions vers la mi-mai, c'est-à-dire à un moment où les probabilités de beau temps et de faible pluviométrie sont plus grandes qu'à la fin du mois d'avril ou au début de mai et la fécondation des fleurs serait en conséquence améliorée.

Les plantes étant de petite taille, il serait possible de placer les

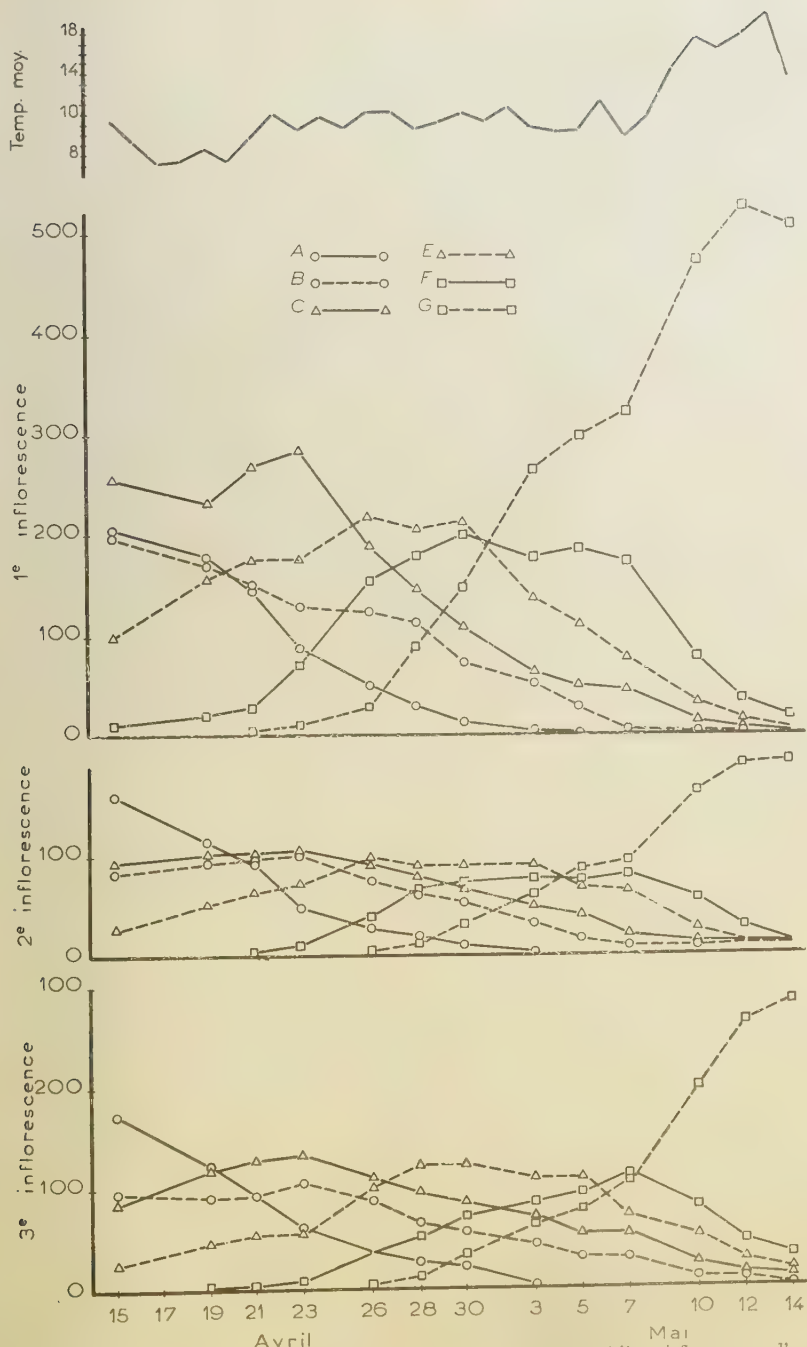


FIG. 53. — Nombre moyen des fleurs sur les première, deuxième et troisième inflorescences d'un pied de Colza var. Alsace. 1953.

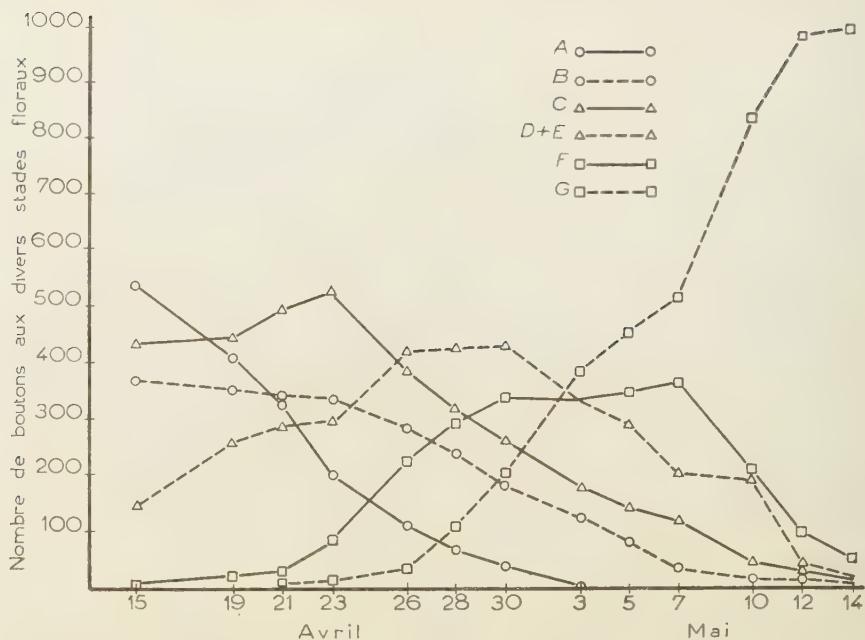


FIG. 54. — Courbes cumulatives des fleurs à différents stades sur les trois premières inflorescences d'un pied de Colza var. Alsace. 1953.

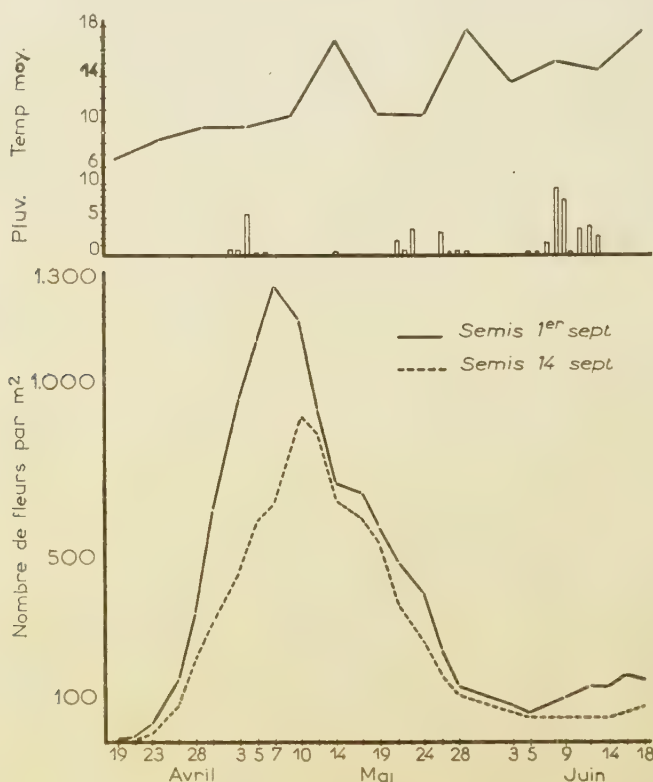


FIG. 55. — Nombre de fleurs par m<sup>2</sup> de Colza d'hiver var. Alsace semé à un écartement de 0,35 m le 1<sup>er</sup> et le 14 septembre 1953.

rampes de distribution à une faible hauteur ce qui assurerait une meilleure dispersion de l'insecticide et réduirait l'entraînement des poudres par le vent.

Il est à craindre que l'emploi exclusif d'une ou de deux substances non dangereuses pour les abeilles n'entraîne l'apparition de lignées de charançons résistant à cette ou ces substances ; grâce aux variétés à floraison tardive, il serait possible d'utiliser jusqu'au stade de 100 fleurs par m<sup>2</sup> des insecticides toxiques pour les abeilles.

Enfin, la première génération de Cécidomyie, qui apparaît généralement dans la troisième décade d'avril, n'aurait pas la possibilité de pondre.

Les fortes fumures azotées provoquent un important développement végétatif, ce qui retarde la floraison de quelques jours.

### B. — MOYENS MÉCANIQUES

Divers appareils ont été essayés en Allemagne. LANG (1921) a utilisé des planches fixées aux mains et enduites d'une substance adhésive ; trois passages permettaient de capturer 50 p. 100 de la population de méligèthes. Les captures comprenaient 80 p. 100 de *Meligethes aeneus* F., 8 p. 100 de *Phyllotreta atra* F., 1,5 p. 100 de *P. nemorum* L., 1,5 p. 100 de *C. assimilis*.

BLUNCK (1924), BLUNCK et HAHNE (1929) ont décrit un appareil porté par un homme ou remorqué par un cheval comprenant plusieurs récipients contenant de l'eau et du pétrole ; BUHL et MEYER (1937) ont utilisé un appareil porté par deux hommes ; il comprenait 3 paires de planches, qui dirigeaient les méligèthes et les charançons vers un récipient renfermant un insecticide. En Suède, MÜHLOW (1942) a essayé un appareil similaire à celui de BUHL et MEYER, mais qui était remorqué par un cheval.

En France, M. LEFEBVRE, agriculteur à Estrées Saint-Denis (Oise), a construit un appareil beaucoup plus important que les précédents ; l'ensemble de l'appareil avait une largeur de 3 m et était fixé à l'avant d'un tracteur. Il comportait 11 sabots qui passaient entre les lignes de Colza (celles-ci devaient être semées à un écartement de 0,30 afin de permettre le passage du tracteur sans trop de dommages pour les plantes). Les Insectes qui tombaient dans les gouttières étaient aspirés par un ventilateur mû par un moteur de 7 Cv. Cet appareil a été essayé en 1955 ; il a été capturé un assez grand nombre de méligèthes et de charançons mais dans une proportion infime par rapport à la population existant dans le champ ; par ailleurs, l'appareil écrasait les tiges de Colza et aspirait un nombre élevé de fleurs.

### C. — TRAITEMENT DU SOL

Le traitement du sol avec des insecticides à action persistante (H. C. H., lindane, chlordane, aldrine, etc.) a fait preuve d'une grande efficacité contre les larves souterraines de taupins et de hannetons. Ainsi que je l'ai signalé à plusieurs reprises (1947, 1952, 1955) ces substances incorporées au sol peuvent pénétrer dans les tubercules et les racines ; elles détruisent également les prédateurs et les parasites. Les Crucifères sont attaquées par de nombreux Insectes et il est à craindre que le traitement du sol entraînerait la pullulation des ravageurs les plus communs et, peut-être aussi, la multiplication d'autres phytophages ne présentant pas actuellement d'intérêt économique.

En ce qui concerne le Charançon des siliques, l'insecticide ne peut agir sur l'animal qu'au cours d'une brève période : sur la larve, au moment où elle tombe sur la terre, et sur le jeune adulte lorsqu'il gagne la surface du sol. Nous avons vu que la larve ne chemine dans la terre que sur une longueur de 3 à 5 cm et qu'elle se confectionne rapidement une logette nymphale en sécrétant une membrane qui l'isole des particules terreuses ; les probabilités de contact des granules d'insecticide avec l'animal sont donc extrêmement faibles.

La nymphose a lieu avant la récolte et l'épandage de l'insecticide ne peut être fait en période de végétation, les plantes s'opposant à une répartition régulière de la substance toxique et ne permettant pas de la mélanger à la couche superficielle du sol. Il doit donc être fait en automne, quelques jours avant le semis du Colza ou de la Navette d'hiver, et son efficacité sera par conséquent fortement amoindrie au moment de la migration larvaire, soit près de 10 mois plus tard.

Un essai a été fait en 1953 de la façon suivante : une parcelle de terre nue mesurant 6 × 2 m a été ameublie superficiellement à l'aide d'un râteau et divisée en 3 lots de 2 × 2 m ; l'un a été utilisé comme témoin, les deux autres ont reçu le 15 juin, sous la forme de poudrage, 10 kg d'H. C. H. technique ou 5 kg de dieldrine à l'ha ; les poudres ont été mélangées à la terre par un ratissage. Des larves ont été déposées le jour même de leur sortie des siliques (du 20 au 23 juin) dans ces différentes parcelles ; le 3 juillet, il a été mis sur les 3 parcelles des cadres de bois recouverts de papier goudronné et présentant sur les côtés des ouvertures munies de tubes de verre afin de récolter les adultes.

Il a été réparti 700 larves dans chacun des lots et il a été relevé les nombres suivants d'imagos :

	Nombre d'imagos.	Coefficient d'efficacité.
— Témoin .....	—	—
— H. C. H. ....	203	
— Dieldrine .....	91	55
	71	65

Compte tenu des conditions particulières dans lesquelles a été faits le traitement, les coefficients d'efficacité obtenus sont beaucoup trop faibles pour que l'on puisse recommander ce mode de lutte. Même s'il était avéré très actif, ce traitement n'aurait été fait que par une très faible proportion de cultivateurs en raison de son caractère préventif et de son coût élevé.

#### D. — TRAITEMENTS DIRIGÉS CONTRE LES ŒUFS OU LES LARVES

En raison des difficultés que présente la lutte contre les adultes, j'ai été amené à essayer de détruire les œufs ou les larves à l'intérieur des siliques par l'application d'insecticides endothérapiques ou ayant une action en profondeur.

D. GODAN (1952) a utilisé le parathion et le lindane en poudrages aux doses de 10, 20 et 40 kg de produit commercial par ha ou en pulvérisations à des concentrations de 0,1 à 1,5 p. 100 du produit commercial (parathion à 50 p. 100 MA et lindane à 14 p. 100 MA) et à la dose de 18-20 hl/ha. Elle a constaté que les œufs n'étaient détruits que dans une faible proportion, même aux concentrations les plus élevées ; les larves au troisième âge étaient également très résistantes.

CROWELL (1952) a constaté que les poudres à 2 p. 100 de parathion détruisent 100 p. 100 de larves et même les œufs.

ROSKOTT et VEENHOF (1953) signalent avoir obtenu de bons résultats en essais sur de petites parcelles avec des pulvérisations de parathion à 12 et 20 g MA/hl et surtout avec une émulsion d'H. C. H. à 7 p. 100 de ; aux concentrations de 28 et 49 g MA/hl.

J'ai fait en 1952 des essais sur de petites surfaces avec des pulvérisations à 600 l/ha renfermant 100 g MA/hl de parathion ou de lindane en émulsion ; le pourcentage de mortalité a été faible, sauf pour les larves dont l'éclosion avait lieu moins de 4 jours après le traitement. La sensibilité des larves décroît rapidement avec le stade larvaire ; à une température moyenne de 18° la mortalité a été de 94 à 98 p. 100 pour les larves au premier âge, de 72 à 85 p. 100 pour les larves au deuxième âge, de 11 à 35 p. 100 pour les larves au troisième âge ; la persistance d'action des deux insecticides a été de 5 à 7 jours en moyenne.

Un essai fait le 26 juillet 1956 avec le toxaphène en solution émulsionnable à une concentration 10 fois plus élevée que la normale a donné 100 p. 100 de mortalité ; un autre essai avec le toxaphène à 2 250 g MA/ha a détruit presque toutes les larves ; le demeton n'a pas donné de résultats satisfaisants. Contrairement à ce que signale CROWELL, je n'ai pas constaté que les poudres à 2 p. 100 de parathion occasionnaient une mortalité importante des larves.

La réalisation de ces traitements est extrêmement difficile ; ils doivent être faits après l'éclosion du maximum des pontes, c'est-à-dire dans les derniers jours de mai ; à cette date, il est impossible de faire passer des appareils terrestres dans les cultures de Crucifères et les traitements ne pourraient donc être effectués qu'avec des avions ou des hélicoptères, ce qui est difficilement réalisable pour des pulvérisations mais serait possible pour des traitements en nébulisation ; de toute manière, la densité de végétation est telle à ce moment que seules les siliques situées à la partie supérieure de la plante pourraient recevoir l'insecticide. Par ailleurs, la ponte s'échelonne sur une longue période et est faite de préférence sur de jeunes siliques : il serait donc nécessaire d'envisager deux ou trois traitements à 8-10 jours d'intervalle.

Enfin l'application de produits pénétrant dans la silique et ensuite dans les graines peut présenter un certain danger pour la consommation humaine ou animale.

#### E. — TRAITEMENTS CONTRE LES ADULTES

Un assez grand nombre de substances ont été préconisées pour la destruction des charançons : la nicotine (BLUNCK 1922), l'arséniate de plomb (STANILAND et BEAUMONT 1933, WEBSTER 1944), l'arséniate de chaux (BLUNCK 1922, WEBSTER 1944), le pyrèthre (FREY 1941-1942, KAUFMANN 1943, WEBSTER 1944, RANDALL 1945, la roténone (WEBSTER 1942, BREAKY 1943), le fluosilicate de soude (BREAKY 1944), la cryolithe synthétique ou naturelle (RANDALL 1945).

Ces divers produits ont, en réalité, une action faible. RANDALL et ses collaborateurs (1945) n'ont pas obtenu de bons résultats avec les divers produits essayés : poudrage avec un mélange de pyrèthre et de cyclohexanone, cryolithe en poudrage ou en pulvérisation, sabadille en poudre ; une efficacité assez bonne a été constatée avec le pyrèthre en poudrage, la cryolithe synthétique en poudrage ou en pulvérisation, des poudres renfermant 75 p. 100 d'arséniate de plomb ou de chaux. Le pyrèthre est également signalé comme étant efficace par KAUFMANN (1943) et FREY (1941-1942) ; ce dernier mentionne une mortalité de 100 p. 100 avec une poudre de pyrèthre appliquée à 30 kg/ha. Aux États-Unis, CARLSON, BREAKY et WEBSTER (1945) signalent que les poudres renfermant 0,15 p. 100 de pyrèthre sont assez efficaces, mais onéreuses.

Les essais de traitements réalisés par divers auteurs avec des insecticides de synthèse ont donné des résultats contradictoires. .

Le D. D. T. est signalé comme inactif par RANDALL et ses collaborateurs (1945) alors que SYLVEN (1952) mentionne qu'un poudrage à base de ce produit a diminué la population de charançons.

Aux États-Unis, les pertes de rendement ont été, dans un essai,

de 36,8 p. 100 et de 14,4 p. 100 avec 2 ou 3 traitements à 1 p. 100 de lindane, et de 31,7 p. 100 avec 2 traitements à 2 p. 100 de parathion ; dans un autre essai avec l'H. C. H. en poudre à 1 p. 100 de  $\gamma$ , les pertes ont été de 23,5 p. 100 avec 2 traitements et de 7,4 p. 100 avec 4 traitements (CARLSON, LANGE et SCIARONI 1950).

Ces mêmes auteurs (1952) ont effectué 4 traitements à des intervalles d'une semaine depuis le début d'avril jusqu'au mois de mai avec des poudres à 1 p. 100 de lindane, 1 p. 100 d'H. C. H. et 1 p. 100 d'aldrine ; ces deux derniers produits ont abaissé le pourcentage des siliques attaquées à 1 p. 100 contre 13,5 p. 100 chez le témoin. Dans un autre essai, il a été fait 7 traitements avec des poudres à base d'H. C. H. ou de dieldrine ; il a été noté 0 p. 100 de siliques attaquées dans les deux lots contre 4 p. 100 chez le témoin. D'après CROWELL (1952) l'H. C. H. est moins efficace que le parathion à 2 p. 100.

En France, des essais de laboratoire effectués en 1951 et 1952 permettaient de classer les insecticides en deux catégories : ceux qui occasionnaient en 96 h une mortalité inférieure à 75 p. 100 et qui étaient donc à éliminer : poudres à 0,75 p. 100 de roténone, à 5 p. 100 de D. D. T., à 8 p. 100 d'H. C. H., à 1 p. 100 de lindane, à 25 p. 100 de phénothiazine, à 0,8-1 p. 100 de parathion, pulvérisations à 2 100 g de D. D. T./ha et ceux qui donnaient plus de 75 p. 100 de mortalité : poudres à 15 p. 100 d'H. C. H., à 2 p. 100 de lindane, à 5 p. 100 de chlordan, à 2 p. 100 de parathion, à 1,2-2 p. 100 de parathion méthylé, à 10 p. 100 de toxaphène, à 2,5 et 5 p. 100 d'aldrine, à 2,5 et 5 p. 100 de dieldrine, les pulvérisations à 1 440 g lindane/ha, à 7 200 g chlordan/ha, à 480 g parathion/ha, à 1 510 g/ha de dieldrine (BONNEMAISON 1951-1952).

RISBEC (1952) a fait des essais de plein champ avec des poudrages à 2 p. 100 de parathion, à 2 p. 100 de H. C. H. et avec un mélange de 1,5 p. 100 H. C. H. et de 0,5 p. 100 de parathion ; il conclut que le produit le plus efficace est la poudre à 2 p. 100 de  $\gamma$  H. C. H.

En 1953, VEENEBOS signale avoir obtenu de bons résultats avec un mélange de dieldrine et d'H. C. H. employé en pulvérisation ; le toxaphène à 1 500 g/ha, le lindane en émulsion à 400 g/ha et le parathion à 250 g/ha ont été insuffisants. En Suède, MITHLOW (1953) et WAHLIN (1953) indiquent que la pyrénone est active au laboratoire contre le Charançon des siliques à 10 kg de produit commercial/ha et sans danger pour les abeilles.

En Allemagne, POSTNER (1953) a constaté que le toxaphène en poudre à 10 p. 100 MA était actif contre les charançons et sans danger pour les abeilles.

En 1954, BAUERS confirme les observations de POSTNER en ce qui concerne l'innocuité du toxaphène vis-à-vis des abeilles ; en essais de plein champ, la poudre à 10 p. 100 a été efficace aux doses de 20 et 25 kg/ha ;

des résultats similaires ont été obtenus par STUTE (1954) et EXT (1954). HERINGA, CANNegiETER et KASISTRA (1954) ont fait des essais de traitements combinés avec le D. D. T., l'H. C. H. et la dieldrine.

Enfin, j'ai relaté en 1955 les résultats d'essais de laboratoire et de plein champ avec des produits déjà mentionnés dans ma note de 1952, mais présentés avec des caractéristiques différentes, ainsi qu'avec d'autres insecticides : poudres à 1 p. 100 d'endrine, à 0,85 p. 100 de pyrénone, à 20 p. 100 de toxaphène, pulvérisations d'H. C. H. à 300 g MA/ha de lindane en suspension ou émulsion à 500 g MA/ha, de parathion et d'oléoparathion à 500 g MA/ha, d'aldrine et de dieldrine à 750 et 1 000 g MA/ha, de toxaphène à 2 500, 3 500 et 5 000 g MA/ha, de polychlorocamphène à 5 000 g MA/ha, d'isolane à 100 g MA/ha, de pyrazoxon à 600 g, de diazinon à 750 et 1 000 g MA/ha, de malathion à 2 000 g MA/ha, d'éthyleparanitrophényle-thiobenzène-phosphonate à 1 500 g et de strobane à 3 500 g MA/ha.

De 1951 à 1956 j'ai réalisé un grand nombre d'essais de laboratoire avec tous les insecticides qu'il m'a été possible de me procurer ; les produits qui se sont révélés les plus efficaces ont été expérimentés en plein champ de 1952 à 1956. La plupart des produits utilisés étant toxiques pour les abeilles, il a été nécessaire de réglementer le mode d'application des insecticides. Pour la clarté de l'exposé, je mentionnerai successivement les essais de laboratoire effectués de 1951 à 1956, puis les essais de plein champ et enfin le problème des traitements insecticides sur les Crucifères en fleurs en relation avec les abeilles.

### Essais de laboratoire.

Les traitements en plein champ étant normalement effectués entre le 20 avril et le 15 mai, c'est-à-dire à une période de l'année où les fluctuations de température sont considérables et les précipitations fréquentes, il était nécessaire d'étudier, outre la toxicité des insecticides vis-à-vis du Charançon dans des conditions moyennes, leur rapidité et leur persistance d'action ainsi que l'effet de la température. Un insecticide qui entraîne la mort des Insectes en quelques heures présente dans ces conditions un intérêt beaucoup plus grand que celui qui nécessite un contact prolongé, même si ce dernier entraîne sous de bonnes conditions climatiques (temps sec et chaud) une mortalité plus forte que le premier. Au moment de la période des traitements, la température moyenne dans la région parisienne étant inférieure à 13° (températures moyennes 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> décades d'avril : 9,8°, 1<sup>er</sup> décade de mai : 11,2, 2<sup>e</sup> décade : 12,8 <sup>(1)</sup>), l'intérêt des substances dont l'efficacité est diminuée par une basse température sera fortement réduit. Enfin l'arrivée des charançons dans le

(<sup>1</sup>) Températures moyennes relevées à 2 m sous abri, à Versailles, pour une période de 25 ans.

champ s'échelonnant sur une longue période, il sera avantageux d'utiliser des insecticides faisant preuve d'une bonne persistance d'action.

Les expériences ont, en conséquence, été réalisées de diverses manières afin de préciser :

— l'efficacité des divers insecticides à une température moyenne de 20° ;

— leur rapidité d'action ;

— leur rémanence ;

— l'action de la température sur leur efficacité.

Afin d'opérer dans des conditions voisines de celles qui existent lors des traitements de plein champ, tous les essais ont été faits sur des hampes florales coupées ayant en moyenne la moitié des fleurs épanouies. Ces hampes florales ont été traitées sous une cloche pour les poudrages, et avec un jet, projetant de fines gouttelettes, placé à 35 cm du sommet de la hampe florale. Chaque hampe était ensuite introduite dans une petite cage en matière plastique et 25 Insectes récoltés la veille en plein champ étaient introduits dans chaque cagette 1 heure après le traitement afin qu'il ne subsiste plus de gouttelettes sur le végétal. Chaque lot comprenait au minimum 4 cagettes ; les numérations des morts étaient effectuées 24, 48, 72, 96 heures après le traitement et dans certains cas, 3 et 6 et 12 heures après celui-ci.

Les essais ont été recommencés à plusieurs reprises de sorte que les chiffres indiqués dans les tableaux suivants sont des moyennes portant, suivant les produits essayés, sur 600 à 5 000 Insectes pour chaque lot.

### Essais réalisés en 1951.

Les essais ont été faits uniquement avec des poudres aux doses théoriques de 28 et de 56 kg à l'ha et les Insectes ont été maintenus sur les inflorescences traitées pendant 4 jours consécutifs.

Le tableau XII indique les mortalités relevées 24, 48, 72 et 96 heures après le traitement. On voit que plusieurs substances pouvaient être éliminées : roténone, phénothiazine, D. D. T., H. C. H. ayant moins de 10 p. 100 de MA, parathion renfermant moins de 1 p. 100 de MA, aldrine et dieldrine à une concentration inférieure à 2 p. 100 ; les produits à haute teneur en parathion, aldrine et dieldrine avaient été préparés au laboratoire.

### Essais réalisés en 1952.

Ces expériences ont été réalisées dans des conditions différentes : les Insectes ont été laissés sur les hampes florales traitées pendant 48 h seulement, puis transportés sur des hampes n'ayant pas reçu d'insecticide.

TABLEAU XII

*Essais de laboratoire réalisés entre le 4 et le 30 mai 1951.  
Insectes laissés pendant 96 h sur les hampes traitées.  
Température moyenne 19, 5°.*

Produits utilisés	Doses kg par ha	Coefficient d'efficacité après :			
		24 h	48 h	72 h	96 h
0,75 % Roténone .....	28	0,5	0,5	0,6	1,0
25 % Phénothiazine .....	28	0	0	1	4
5 % D. D. T. ....	28	0,5	0,8	0,8	1,0
8 % H. C. H. ....	28	23	49	59	66
8 % — .....	56	84	97	98	99
15 % — .....	28	40	71	94	98
5 % Chlordane .....	28	1,5	45	92	97
0,8 % Parathion éthylé .....	28	40	53	58	61
0,8 % — .....	56	94	100		
2 % — .....	28	86	100		
1,25 % Aldrine .....	28	11	38	61	86
2,5 % — .....	28	34	94	98	99
5 % — .....	28	71	100		
1,25 % Dieldrine .....	28	31	37	52	63
2,5 % — .....	28	74	100		
5 % — .....	28	82	100		

TABLEAU XIII

*Essais de laboratoire avril 1952.  
Insectes laissés pendant 48 h sur les hampes traitées.  
Temp. moy. : 19,5°.*

Produits utilisés	Coefficient d'efficacité après :			
	24 h	48 h	72 h	96 h
<i>Poudrages : 35 kg/ha :</i>				
Parathion méthylé 1,2 % MA .....	100			
— — 2 % .....	100			
— éthylé 1 % .....	41	53	61	63
— — 2 % .....	80	100		
H. C. H. 15 % .....	42	77	96	98
H. C. H. 15 % + Roténone 0,4 % .....	20	68	92	96
Parathion 0,5 % + Lindane 0,5 % .....	8	32	46	49
Toxaphène 5 % .....	0	25	38	42
— 10 % .....	21	61	68	76
<i>Pulvérisations (1 200 l/ha) :</i>				
25 % D. D. T. émulsion à 0,7 % (2,100 kg MA/ha)..	0	0	0	2
12 % Lindane émulsion à 1 % (1,440 kg MA/ha)..	45	100		
50 % Chlordane émulsion à 12 % (7,200 kg MA/ha)..	57	98	99	100
20 % Parathion émulsion à 0,2 % (0,480 kg MA/ha)..	100			
4 % Parathion émulsion à 1 % (0,480 kg MA/ha)..	98	100		
18 % Dieldrine émulsion à 0,7 % (1,510 kg MA/ha)..	16	96	98	100

Il est à remarquer qu'il n'y a pas d'action synergique entre l'H. C. H. et la roténone ou entre le parathion et le lindane. La poudre à 10 p. 100 de toxaphène, d'origine étrangère, avait donné des résultats intéressants, mais insuffisants en raison des mauvaises caractéristiques physiques du produit.

Bien que les pulvérisations aient été faites à de très fortes concentrations en MA, la mortalité a été souvent plus lente que pour les essais en poudrages. L'action des insecticides se manifeste d'abord sur la faculté de vol ; quelques minutes après le traitement, les Insectes volent difficilement ; dans la plupart des cas, mais d'une façon moins marquée pour les lots à base de lindane, les charançons meurent les ailes écartées.

### Essais réalisés en 1953, 1954 et 1955.

Ces essais ont été groupés afin d'éviter des répétitions. Dans les essais relatifs à la toxicité des insecticides, les charançons n'ont été laissés sur les hampes florales traitées que pendant 24 h pour les poudrages, 48 h pour les pulvérisations ; les poudrages ont été appliqués à la dose de 22 kg/ha et les pulvérisations à 750 l/ha. Pour quelques substances, des différences importantes ont été observées entre certains produits ayant la même teneur en MA mais ne présentant pas les mêmes caractéristiques physiques ; c'est ainsi que la poudre à 8-10 p. 100 de toxaphène essayée au laboratoire et en plein champ en 1954 a donné tant au laboratoire que dans les applications de plein air des résultats inférieurs à

TABLEAU XIV

#### *Essais de traitements en poudrages au laboratoire.*

*Insectes mis pendant 24 h au contact des hampes florales traitées 1954-1955.*

*Temp. moy. 20°.*

Produits utilisés	Quantité MA g/ha	Mortalité au bout de :				
		3 h	24 h	48 h	72 h	96 h
1,2 % parathion méthylé.....	360	38	100			
2 % — .....	600	52	100			
0,8 % parathion .....	240	5	28	45	53	59
2 % — .....	600	16	82	90	94	98
10 % H. C. H. ....	3 000	3	15	50	56	61
0,6 % lindane .....	180	2	21	32	44	46
1,25 % — .....	375	3	12	36	49	52
1,25 % — et hydrocarbures terpéniques .....	375	1	9	35	49	53
2 % lindane.....	600	4	36	53	59	72
2,5 % — .....	750	6	32	48	72	78
3 % aldrine .....	900	3	6	46	70	92
4 % dieldrine .....	1 200	0	3	38	66	75
1 % endrine .....	300	2	6	39	68	74
5 % chlordane .....	1 500	2	47	86	91	94
0,055 % pyrénone A (essai 1954) ..	16	4	21	34	38	42
0,0625 % — B .....	19	6	51	65	72	78
— C .....		2	48	63	70	73
10 % toxaphène .....	3 000	0	53	88	92	100
20 % — .....	6 000	0	33	74	89	100
20 % toxaphène + 40 % de soufre (essai 1954) .....	6 000	3	78	100		
8 % toxaphène + 0,8 % para- thion (essai 1954) .....	2 400	1	98	100		

ceux qui ont été obtenus en 1955 ; en essais de laboratoire, la poudre à 8-10 p. 100 de toxaphène a donné une mortalité de 86 p. 100 en 1954 alors que le produit fourni en 1955 sous la même marque a eu une efficacité de 100 p. 100 dans des conditions expérimentales identiques. La pyrénone A essayée en 1954 renfermait 0,055 p. 100 de pyrèthrines et 0,75 p. 100 de piperonylbutoxyde, la pyrénone B essayée en 1955 renfermait 0,0625 p. 100 de pyrèthrines et 0,48 p. 100 de piperonylbutoxyde ; la composition de la pyrénone C n'a pu être connue.

TABLEAU XV

*Essais de traitements en pulvérisation au laboratoire 750 l/ha.  
Insectes mis pendant 48 h au contact des hampes florales traitées 1955.  
Temp. moy. : 20°.*

Produits utilisés	Quantité MA g/ha	Mortalité au bout de :				
		3 h	24 h	48 h	72 h	96 h
20 % parathion émulsion .....	375	3	3	9	20	21
	500	3	22	54	67	72
5 % parathion émulsion .....	375	0	7	14	28	37
	500	1	9	36	54	71
4 % parathion suspension .....	375	0	4	29	32	35
	500	0	2	34	53	65
3 % oléoparathion .....	375	9	45	63	74	81
	500	12	52	91	94	95
12 % H. C. H. ....	2 250	6	12	35	39	44
	3 000	7	18	46	58	59
6 % lindane suspension .....	375	0	2	6	14	26
	500	3	23	33	44	48
12 % lindane émulsion .....	375	0	3	15	32	40
	500	1	12	39	48	62
14 % lindane et hydrocarbures ter- péniques .....	375	0	0	9	28	41
	500	0	3	26	48	61
20 % aldrine émulsion .....	750	1	22	31	40	48
	1 000	3	38	68	73	89
20 % dieldrine émulsion .....	375	0	1	12	34	57
— .....	500	0	3	19	58	80
— .....	750	2	14	34	76	87
— .....	1 000	4	19	52	89	92
— .....	1 250	4	26	61	93	95
— .....	1 500	5	27	60	92	96
19,5 % endrine .....	500	0	42	92	100	
— .....	750	4	55	94	100	
— .....	1 000	8	56	94	100	
50 % chlordane .....	3 500	0	18	86	92	98
— .....	5 000	0	21	92	98	100
750 g/l toxaphène sol. émuls. ....	2 500	0	3	19	37	57
— .....	3 500	1	4	32	66	77
— .....	5 000	3	10	39	76	84
500 g/l polychlorocamphène .....	3 500	1	4	42	59	72
— .....	5 000	1	8	49	67	86
700 g/l strobane .....	3 500	0	2	5	12	17
20 % pyrazoxon .....	600	0	0	1	5	9
20 % diazinon .....	750	8	42	76	84	94
— .....	1 000	12	44	79	86	100
6 % isolan .....	100	0	0	1	2	2
50 % malathion .....	2 000	0	0	1	1	2
25 % thiobenzène - phosphonate d'éthyle et de paranitrophé- nyle .....	1 500	0	7	21	39	43

Les insecticides utilisés en pulvérisation ont une action beaucoup plus lente que les mêmes insecticides employés en poudrages et ils entraînent rarement une mortalité égale ou voisine de 100 p. 100 ; cette déficience apparente est largement compensée par une plus grande persistance d'action (tableau XV).

### Rapidité d'action.

Des hampes florales ont été traitées sous forme de poudrages à 25 kg de produit/ha ou en pulvérisation à 750 l/ha et les charançons ont été

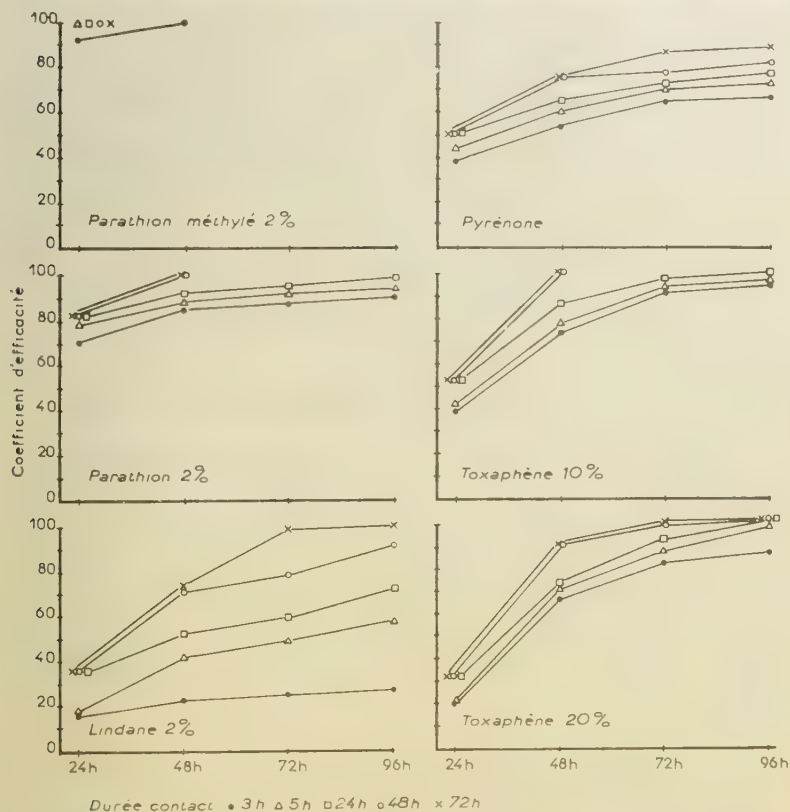


Fig. 56. — Rapidité d'action de divers insecticides utilisés en poudrage à la température moyenne de 20°. Coefficients de mortalité des charançons laissés au contact des hampes florales traitées pendant 3, 5, 24, 48 et 72 h.

laissés au contact des hampes traitées 3, 5, 24, 48 ou 72 h puis transportés sur des hampes florales non traitées ; il a été procédé au relevé de la mortalité 24, 48, 72 et 96 h après le transfert des Insectes sur les hampes traitées. Le graphique n° 56 indique les coefficients de mortalité pour les

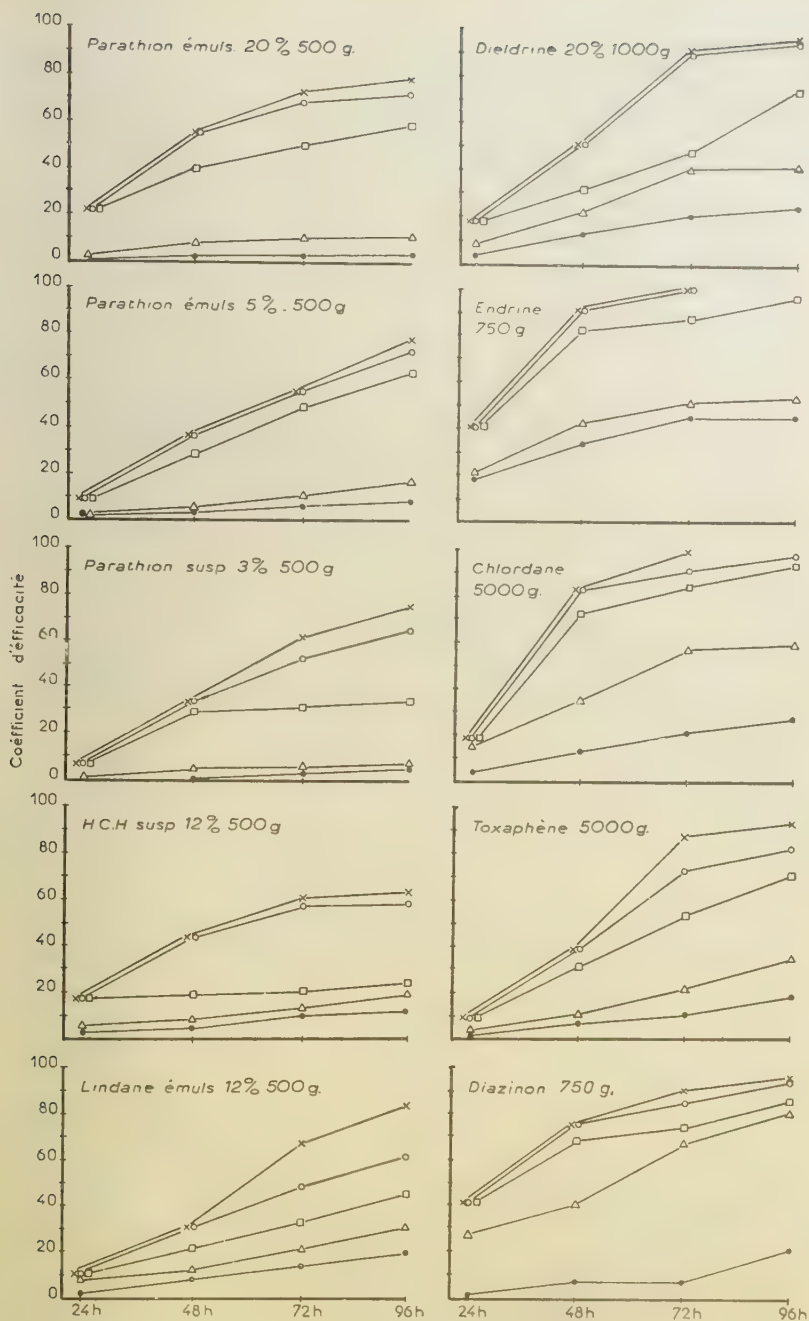
poudrages à base de parathion méthylé à 2 p. 100, de parathion éthylé à 2 p. 100, de lindane à 2 p. 100, de pyrénone à 0,0 625 p. 100 de pyrèthrines, de toxaphène à 10 p. 100 et de toxaphène à 20 p. 100 ; le graphique n° 57 donne les coefficients de mortalité pour les pulvérisations à base de parathion en émulsion à 20 p. 100 à 500 g MA /ha, de parathion émulsion à 5 p. 100 à 500 g MA /ha, de parathion suspension à 3 p. 100 à 500 g MA ha, d'H. C. H. suspension à 12 p. 100 à 3 000 g MA /ha, de lindane en émulsion à 12 p. 100 à 500 g MA/ha, de dieldrine en émulsion à 20 p. 100 à 1 000 g MA /ha, d'endrine à 19,5 p. 100 à 750 g MA /ha, de chlordane à 50 p. 100 à 5 000 g MA /ha, de toxaphène en émulsion à 75 p. 100 à 5 000 g MA/ha et de diazinon en suspension à 20 p. 100 à 750 g MA /ha.

L'examen du graphique n° 56 permet de remarquer que le parathion méthylé a une action foudroyante ; le parathion éthylé et le lindane sont plus lents. Le toxaphène à 10 p. 100 est plus rapide que le toxaphène à 20 p. 100 ; ces résultats, qui semblent paradoxaux, sont dus à la différence de la nature de la charge ; la préparation d'une poudre renfermant 20 p. 100 de toxaphène est extrêmement difficile en raison de la viscosité du toxaphène ; la poudre à 20 p. 100 que j'ai utilisée en 1955 se présentait sous forme de granules de haute densité ; à quantité égale de produit commercial par ha, la surface couverte était par conséquent beaucoup plus faible avec la poudre à 20 p. 100 qu'avec celle à 10 p. 100.

### Persistence d'action.

La détermination précise de la persistance d'action des insecticides sur le Colza est difficile ; en principe, le mieux serait de diviser une culture de Colza en plusieurs parcelles, de traiter chacune d'entre elles avec un appareil à grand travail de préférence et avec la même quantité de poudre ou de liquide à l'ha, et de prélever à des dates échelonnées dans ces diverses parcelles des hampes florales sur lesquelles seraient élevés les charançons. Des essais préliminaires ont montré qu'en procédant de cette façon aux doses normales d'emploi, les mortalités étaient extrêmement irrégulières par suite de la variabilité de la hauteur et de la disposition des hampes florales.

J'ai préféré opérer de deux manières : soit en traitant en pulvérisation et en poudrage au laboratoire des hampes florales coupées aux doses normales d'emploi, soit en traitant en pulvérisation et en plein air des hampes florales à des doses 10 fois plus élevées que la normale. Dans les deux cas, les hampes florales étaient placées dans des cagettes renfermant des charançons 1, 2, 3 ou 8 jours après le traitement. Pour les essais effectués aux doses normales, les charançons ont été laissés pendant 4 jours sur les hampes traitées alors qu'ils n'ont été placés que pendant 24 heures au contact des hampes traitées à une dose 10 fois plus grande



Durée contact • 3h Δ 5h □ 24h ◻ 48h x 72h

FIG. 57. — Rapidité d'action de divers insecticides utilisés en pulvérisations à la température moyenne de 20°. Coefficients de mortalité des charançons laissés au contact des hampes florales traitées pendant 3, 5, 24, 48 et 72 heures.

que la normale. La mortalité a été notée 24, 48, 72 et 96 heures après le transfert des Insectes sur les hampes traitées ; la température moyenne a été de 18,5°.

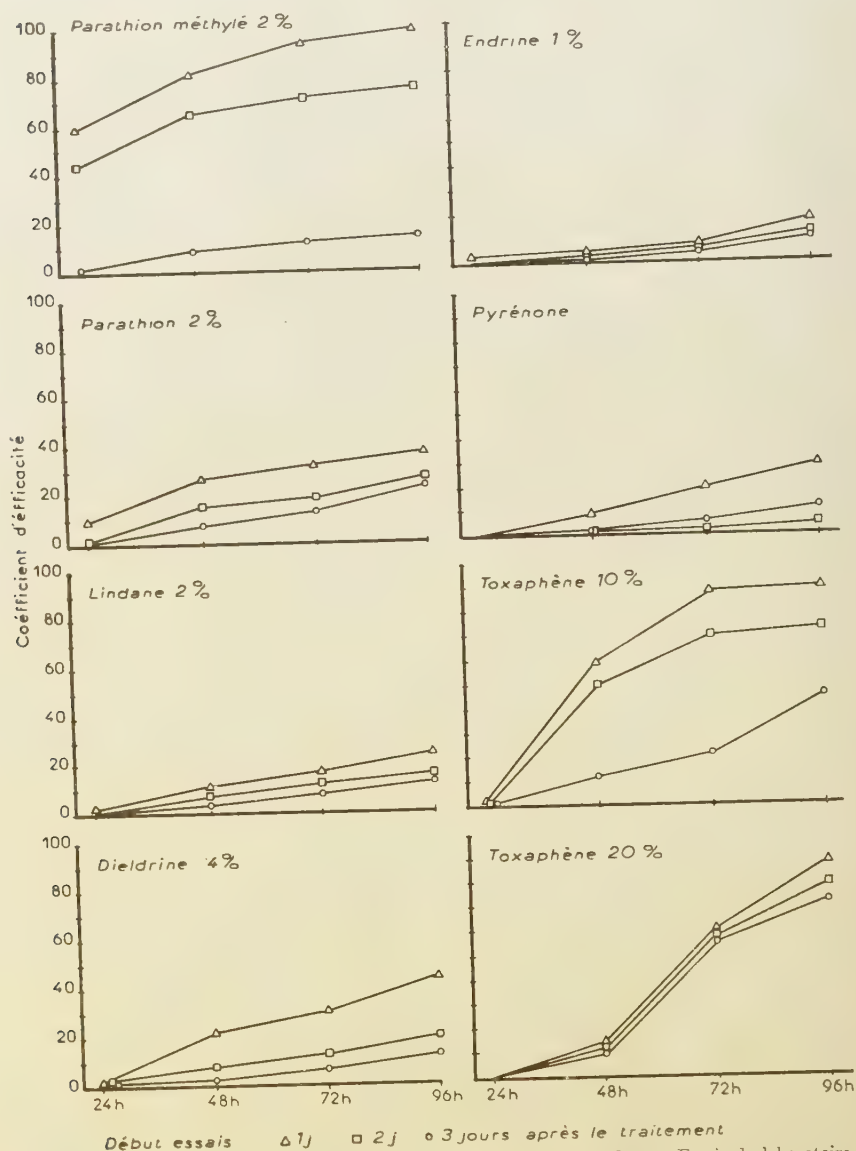


FIG. 58. — Persistance d'action de divers insecticides utilisés en poudrages. Essais de laboratoire.

On voit (fig. 58) que l'efficacité des poudres à base de parathion méthylé ou éthylé, de lindane, de dieldrine et d'endrine diminue rapi-

dement avec le temps ; le toxaphène à 10 p. 100 et surtout à 20 p. 100 fait preuve d'une bonne rémanence ; les divers insecticides utilisés sont beaucoup plus persistants sous la forme de pulvérisation que sous

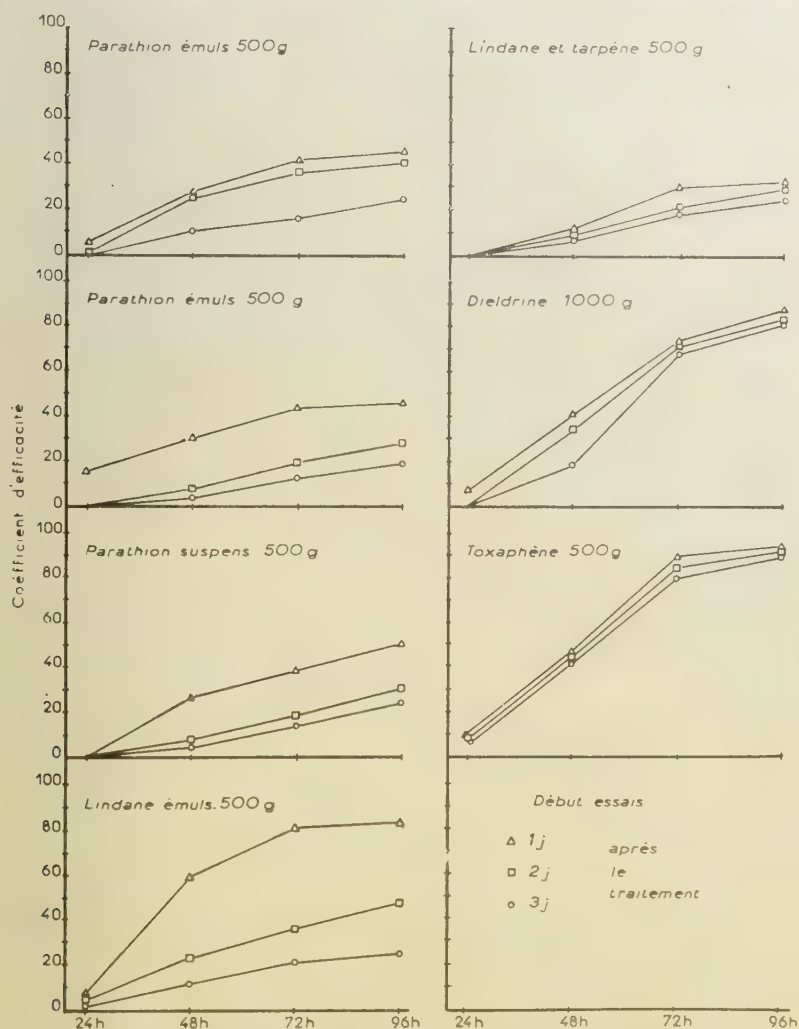


FIG. 59. — Persistance d'action de divers insecticides utilisés en pulvérisations. Essais de laboratoire. (le toxaphène a été utilisé à la dose de 5.000 g et non de 500 g).

celle de poudrage ; la dieldrine et le toxaphène se révèlent comme étant les produits les plus persistants (fig. 59). Dans l'essai réalisé à des doses 10 fois trop élevées (il n'a pas plu durant les 8 jours qui ont suivi le trai-

tement) la dieldrine entraîne une mortalité très importante 8 jours après le traitement (fig. 60).

Dans un travail récent, MISTRIC et MARTIN (1956) ont donné les

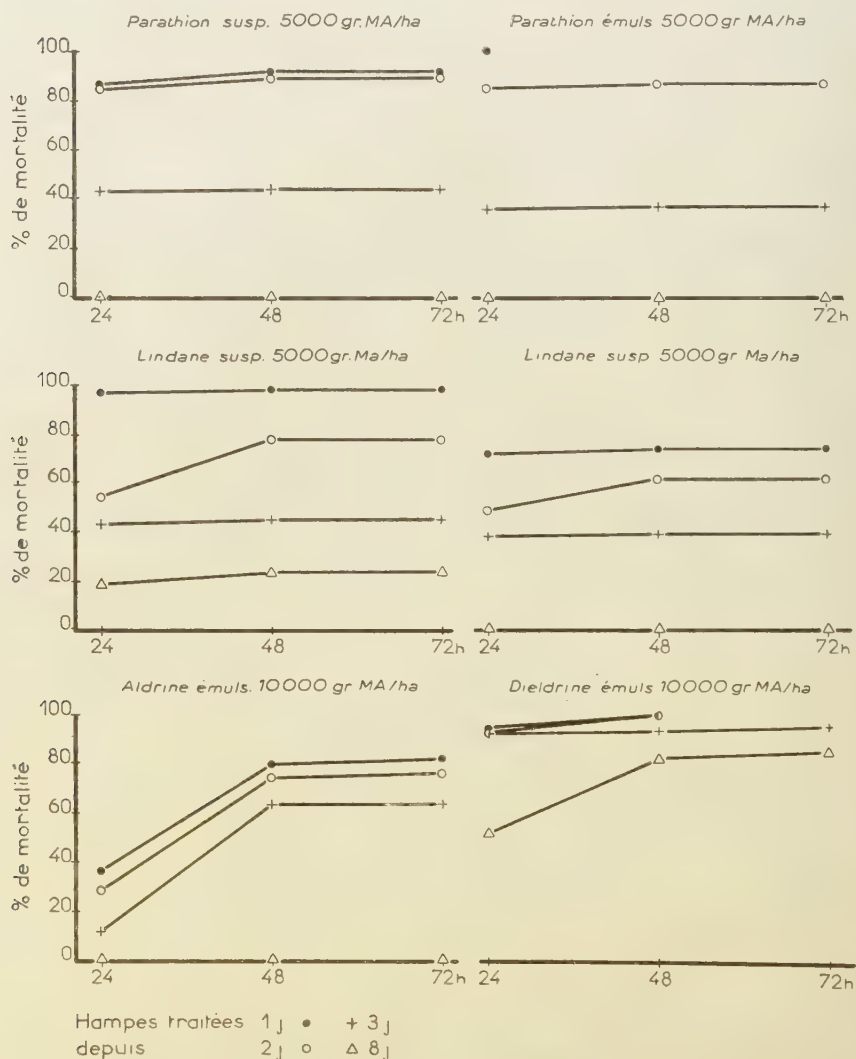


FIG. 60. — Persistance d'action de divers insecticides utilisés en pulvérisations à des doses 10 fois plus élevées que la normale. Essai de plein air. Dans la seconde colonne, à droite, lire 5000g. Lindane émulsion au lieu de suspension.

résultats d'essais comparatifs relatifs à l'action des facteurs climatiques sur l'efficacité de divers insecticides à l'égard d'*Anthonomus grandis* BOH ; les produits qui ont fait preuve de la plus grande ténacité après une pluie

ou une exposition à une température élevée étaient le toxaphène et la dieldrine ; la lumière solaire réduit davantage l'activité de la dieldrine que celle du toxaphène.

### Influence de la température.

Les Insectes ont été placés pendant 24 heures dans des cages

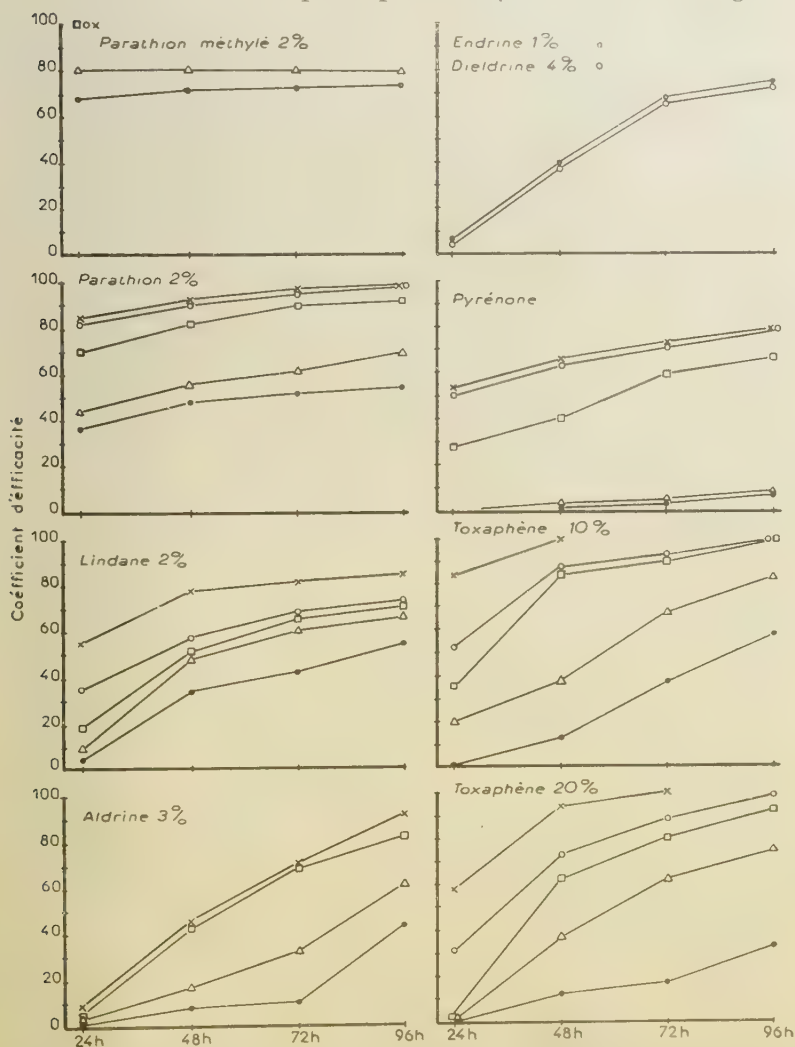


FIG. 61. — Influence des températures constantes de 11, 15, 18, 20 et 22° sur l'efficacité de divers insecticides utilisés en poudrages.

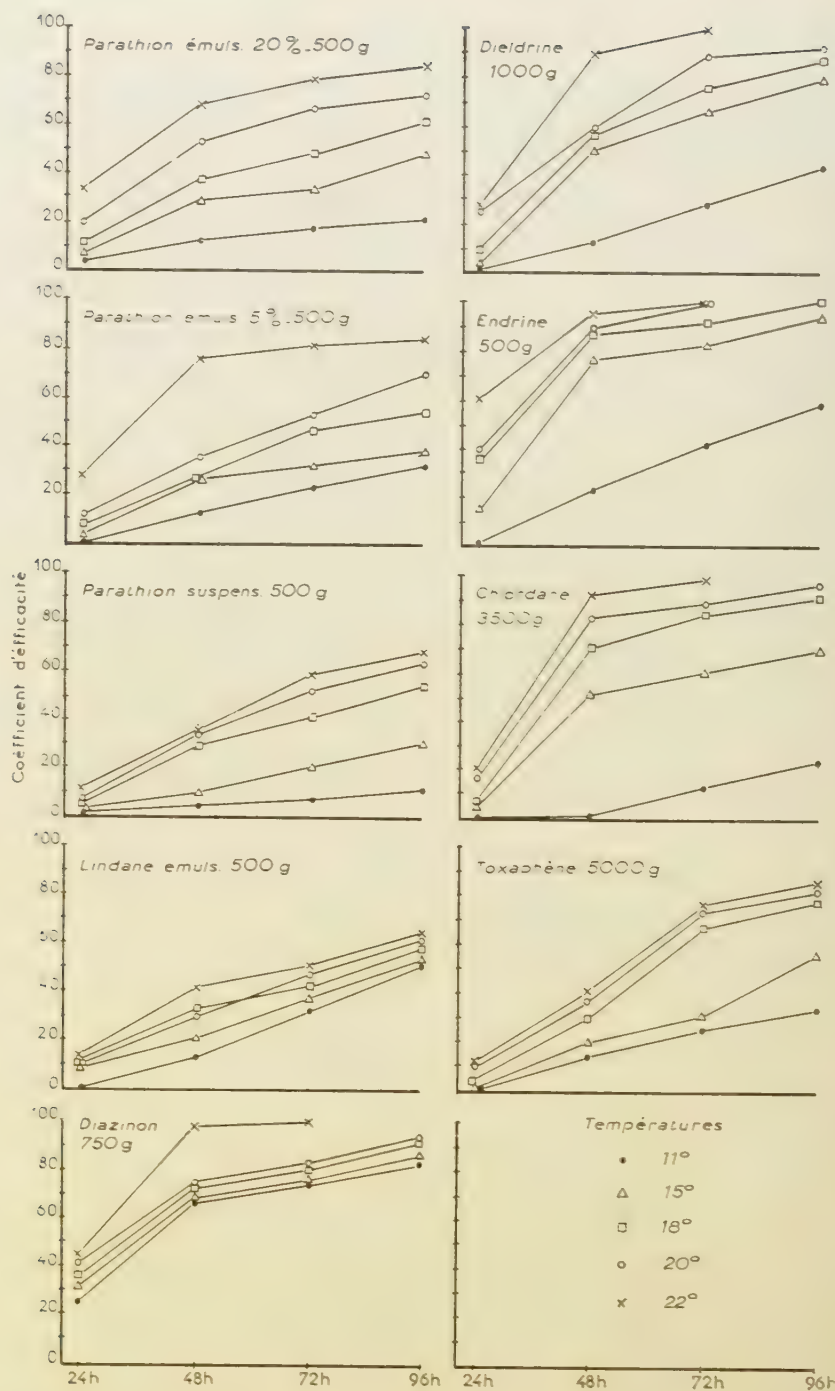


FIG. 62. — Influence des températures constantes de 11, 15, 18, 20 et 22° sur l'efficacité de divers insecticides utilisés en pulvérisations.

renfermant des hampes traitées et laissés sur ces dernières pendant 24 heures pour les poudrages et 48 heures pour les pulvérisations, puis transportés sur des hampes non traitées. Durant toute l'expérience, les cagettes ont été placées dans des étuves maintenues aux températures constantes de 11, 15, 20 et 22°. Les résultats de cet essai sont indiqués par les graphiques n° 61 et 62. Pour tous les insecticides, l'efficacité est d'autant plus grande que la température est plus élevée ; pour les poudrages, l'action de la pyrénone et du toxaphène est nettement diminuée aux basses températures ; l'effet des basses températures est beaucoup plus marqué pour les pulvérisations que pour les poudrages, notamment pour le parathion, le chlordane et le toxaphène. Ces substances ne devront donc être appliquées que lorsque la température maximum sera vraisemblablement supérieure à 16-17° dans les heures qui suivront l'application du traitement.

### Influence de la lumière.

J'ai constaté à plusieurs reprises des différences importantes dans l'efficacité des insecticides suivant que le traitement était réalisé dans la matinée ou la soirée, la température du local variant très peu entre le jour et la nuit. Afin de préciser cette question, il a été traité le 7 juin des hampes florales avec une poudre à 10 p. 100 de toxaphène. Il a été constitué 4 lots qui ont été placés dans le même local ; A : lot traité à 9 h et recevant l'éclairage naturel ; B : lot traité à 19 h et mis à l'obscurité permanente 1 heure 30 après le traitement ; C : lot traité à 19 heures 30 et recevant l'éclairage naturel ; D : lot témoin. Les Insectes ont été introduits dans les cagettes aussitôt après le traitement et laissés pendant 12 heures au contact de la hampe traitée puis transportés sur des hampes non traitées. Les relevés de mortalité ont été effectués 24, 48, 72 et 96 heures après le poudrage. La température moyenne durant toute l'expérience a été de 21°. Le graphique n° 63 montre une différence marquée de la mortalité entre le lot A et les lots B ou C se traduisant par un écart de plus de 24 heures entre les courbes.

BERIM et EDELMAN ont placé pendant 30 à 60 minutes des Coléoptères (*Agelastica alni* L., *Harpalus rufipes* DEG. et *Anisoplia austriaca* HBN) sur une mince pellicule d'H. C. H. à 13 heures et à 24 heures ils ont constaté une mortalité plus rapide dans le lot traité à 13 heures et attribuent ces résultats au fait que les Insectes consomment une plus grande quantité d'oxygène le jour que la nuit.

Il est à remarquer que les Insectes sont également plus actifs à la lumière et que les probabilités pour qu'ils entrent au contact des particules de poudre sont plus grandes pour le lot A que pour les lots B ou C. Les Insectes des lots B et C ont été éclairés initialement pendant 1 heure 30.

l'obscurité dans le laboratoire étant à peu près complète à 21 heures ; les différences d'éclairement subies par la suite n'ont pas entraîné d'écarts significatifs entre les deux lots ; cela peut s'expliquer par le simple fait qu'un contact d'une durée de 3 heures avec le toxaphène à 10 p. 100 entraîne une mortalité de 94 p. 100. La conclusion pratique de cette expérience est qu'une efficacité plus grande sera obtenue en traitant

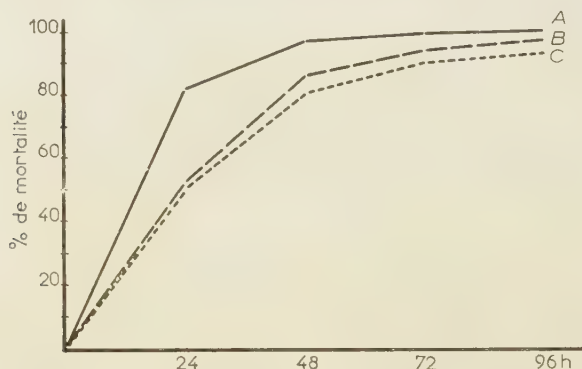


FIG. 63. — Influence de la lumière sur l'efficacité des insecticides. Essai avec le toxaphène en poudre à 10 p. 100 M. A. ; coefficients d'efficacité. A : lot traité à 9 h ; B : lot soumis à l'obscurité permanente 1 h 30 après le traitement ; C : lot traité le même jour à 19 h 30.

le matin plutôt que le soir ou pendant la nuit, d'autant plus, qu'en l'occurrence, l'action dépressive des basses températures nocturnes renforce l'effet de l'obscurité.

### Influence de l'âge des Insectes.

La toxicité des divers insecticides à l'égard des charançons augmente graduellement avec l'âge des Insectes ; elle diffère également suivant l'état physiologique de l'animal. Des essais de traitement en poudrage avec de l'H. C. H. en poudre à 8 p. 100 de MA ont été faits au laboratoire en 1951 tous les 15 jours à la dose de 28 kg/ha ; les coefficients moyens d'efficacité ont été les suivants :

- 20 avril : 36 p. 100 ;
- 5 mai : 42 p. 100 ;
- 20 mai : 66 p. 100 ;
- 5 juin : 74 p. 100 ;
- 20 juin : 96 p. 100.

Des constatations similaires ont été faites par BERIN et EDEL'MAN (1952) sur *Agelastica alni* L. et par HERRSTROM sur *C. assimilis* ; ce dernier auteur a constaté également que les femelles ayant des œufs bien

développés sont plus résistantes que celles qui n'ont pas d'œufs ou des œufs atrophiés.

Des essais comparatifs de traitements ont été faits en 1952 en vue de déterminer la sensibilité relative des charançons venant d'éclore par rapport aux Insectes ayant hiverné ; il a été utilisé les mêmes produits et à des doses identiques à celles employées dans l'essai réalisé en avril 1952 (tableau XIII) ; les essais ont été faits aux températures moyennes de 27,5° et de 19°. (tableau XVI).

TABLEAU XVI

*Essais de laboratoire contre les jeunes adultes.*

*Insectes laissés pendant 48 heures sur les hampes traitées (26 juillet 1952).*

Produits utilisés	Temp. moy.	Coefficient d'efficacité après :			
		24	48	72	96 h
Poudrages 35 kg/ha					
Parathion éthylé 2 % .....	27°5	42	56	58	59
H. C. H. 15 % .....	—	32	37	43	48
Parathion éthylé 2 % .....	19°	36	50	51	52
H. C. H. 15 % .....	—	26	33	41	46

On voit que ces jeunes adultes sont nettement plus résistants que les adultes ayant hiverné.

### Essais réalisés en 1956.

Ces expériences ont porté sur deux poudres renfermant 10 et 20 p. 100 de toxaphène, les charges utilisées n'étant pas les mêmes pour les deux produits, et une poudre titrant 5 p. 100 de roténone. L'expérience a été faite à une température moyenne de 20° ; les charançons ont été laissés au contact des hampes florales traitées pendant 24 heures dans une série d'essais et pendant 72 heures dans une autre série.

TABLEAU XVII

*Essais de laboratoire 1956. Température moyenne 20°.*

Poudres renfermant	Quantité MA g/ha	Contact 24 h				Contact 72 h			
		24	48	72	96	24	48	72	96
10 % toxaphène..	3 000	45	86	99	100	44	87	99	100
20 % — ..	6 000	48	89	97	100	43	91	100	100
5 % roténone ...	1 500	14	36	45	51	14	35	54	69

Cette expérience confirme les observations faites p. 488 sur l'importance de la charge. Les produits à 10 et 20 p. 100 de toxaphène étaient de la même marque que ceux qui ont été essayés en 1955 (tableau XIV).

Ils furent durant l'hiver 1955-1956, l'objet d'améliorations du point de vue physique, ce qui a entraîné une amélioration sensible de la rapidité d'action ainsi que le prouve l'examen comparatif des tableaux XIV et XVII. Même à la concentration de 5 p. 100, la roténone a une efficacité insuffisante.

Il a été également essayé une poudre renfermant 10 p. 100 de polychlorocamphène qui n'a donné qu'une mortalité de 7 p. 100, 96 heures après le traitement.

### **Essais de plein champ. Essais réalisés en 1952 et 1953.**

A la suite des résultats fournis par les essais de laboratoire réalisés en 1951, j'ai recommandé l'emploi pour la campagne 1952 de poudres renfermant 2 p. 100 de parathion éthylé ou méthylé, 2 p. 100 de lindane ou 15 p. 100 d'H. C. H. à la dose moyenne de 30 kg à l'ha ou de ces produits sous la forme de pulvérisations à des doses triples de celles utilisées couramment pour la destruction des méligèthes ; l'emploi de l'aldrine et de dieldrine n'était pas autorisé par la législation en vigueur et le toxaphène n'était pas vendu en France. Il était conseillé de n'appliquer qu'un seul traitement à une date variable suivant les régions qui serait indiquée aux cultivateurs par le Service de la Protection des Végétaux.

Des essais comparatifs ont été faits dans des champs de plusieurs ha situés au Plessis-Belleville (Oise) et à Languevoisin (Somme) aimablement mis à ma disposition par MM. PLUVINAGE et MOIZARD. Ces essais ont été faits sous la forme de poudrages ou de pulvérisations avec des appareils terrestres et de poudrages avec des hélicoptères ou des avions. Bien que les parcelles aient souvent une largeur de plus de 100 m, les résultats n'ont pas été significatifs en raison des déplacements importants des charançons d'une parcelle à l'autre.

Un grand nombre de numérations ont été faites dans des champs traités en entier avec un seul insecticide à l'aide d'appareils terrestres ou aériens, et situés dans les départements de la Seine-et-Oise, de l'Aisne, de l'Oise et de la Somme ; dans la plupart des cas, les poudrages ont été faits à des doses trop faibles, de l'ordre de 20-22 kg, et avec des appareils qui n'étaient nullement adaptés au traitement de plantes aussi hautes ; les rampes de distribution des pulvérisateurs étaient presque toujours plus basses que les hampes florales principales.

De l'ensemble de ces notations, il a pu être retenu que les traitements avec des poudres à 2 p. 100 de parathion éthylé, de parathion méthylé ou de lindane avaient en moyenne fait preuve de la même efficacité ; les résultats variaient énormément d'un champ à l'autre pour un même produit.

Le parathion, et notamment le parathion méthylé, avait une action

beaucoup plus rapide que le lindane : il était souvent difficile de trouver quelques charançons dans un champ de plusieurs hectares, 24 heures après le traitement, mais l'efficacité du produit était fortement abaissée lorsque la température maximum était inférieure à 10° le jour ou le lendemain du traitement.

Le lindane en pulvérisation avait un effet beaucoup moins spectaculaire que le parathion mais son efficacité était moins fortement influencée par les températures basses ; grâce à sa plus grande rémanence, il détruisait une plus forte proportion des Insectes qui envahissaient le champ après le traitement.

L'H. C. H. à 15 p. 100 donnait des résultats plus constants mais il a été peu utilisé dans la crainte qu'il ne communiquât un goût déplaisant aux pommes de terre qui étaient cultivées à la suite du Colza.

Dans les champs traités, il a été relevé de 12 à 75 p. 100 des siliques renfermant une à trois larves ; les résultats moyens ont été de 46 siliques attaquées et de 57 larves pour 100 siliques.

Dans quelques champs d'une superficie supérieure à 10 ha où il avait été laissé des lots témoins, il a été noté en moyenne 59 larves dans les lots traités contre 127 chez les témoins bien que les charançons des lots témoins se soient dispersés par la suite sur les parcelles traitées.

TABLEAU XVIII

*Essais de traitements par appareils terrestres. Silly-le-Long.*

Produit utilisé	Quantité MA/ha	Nombre		
		Traitements	Insectes le 14/5	Orifices pour 100 siliques
<i>Traitement par poudrage :</i>				
Lindane 2 % .....	600 g	1	76	45
— .....	—	2	—	34
Parathion éthylé 2 % .....	600 g	1	193	63
— .....	—	2	—	54
Parathion méthylé 2 % .....	600 g	1	110	53
<i>Traitement par pulvérisation :</i>				
Lindane en émulsion 12 % .....	500 g	1	72	18
— .....	—	2	—	16
— .....	300 g	1	98	30
Parathion en suspension 3 % .....	500 g	2	71	52
Dieldrine en émulsion 15 % .....	500 g	1	224	23
— .....	—	2	—	10

Un champ qui avait été traité le 9 mai avec une poudre renfermant 8-10 p. 100 de toxaphène avait une population de 452 charançons pour 100 hampes florales le 8 mai et de 356 Insectes le 14 mai ; afin d'éviter l'infestation des parcelles voisines, il a été appliqué le 14 mai un traitement à base de parathion.

### Essais de traitements par hélicoptère (Montepilloy).

Les poudrages ont été faits à la dose de 30 kg/ha et les pulvérisations à 50 l/ha. Le premier traitement a été fait entre le 9 et le 13 mai mais, en raison du mauvais temps, le second traitement n'a pu être appliqué que le 1<sup>er</sup> juin ; le nombre d'Insectes relevé sur 100 hampe florales avant le premier traitement a varié de 80 à 330.

TABLEAU XIX

*Essais de traitements par hélicoptère. Montepilloy.*

Produit utilisé et dose d'emploi	Quantité MA/ha	Nombre		
		Traitements	Insectes le 17/5	Orifices pour 100 siliques
<i>Traitement par poudrage :</i>				
Lindane 2 % .....	600	1	106	31
Parathion éthylé 2 % .....	600	1	70	22
— .....	600	2	—	12
<i>Traitement par pulvérisation :</i>				
Lindane émulsion 12 % .....	500	1	6	27
Dieldrine émulsion 15 % .....	500	1	16	13
<i>Traitement mixte :</i>				
Parathion 1 <sup>er</sup> traitement pulvérisation ..	500	1		
— 2 <sup>e</sup> traitement poudrage .....	600	2	6	5

L'examen comparatif des chiffres mentionnés sur les deux tableaux précédents semble montrer que les traitements réalisés par hélicoptère ont été plus efficaces que ceux appliqués à l'aide d'appareils terrestres ; il est à noter que la population moyenne initiale était un peu plus faible dans le secteur de Montepilloy que dans celui de Silly et que, d'autre part, les traitements n'ont pas été réalisés à la même date et, par conséquent, sous les mêmes conditions climatiques.

Les traitements de Silly ont été faits par temps froid (température moyenne : 7 mai : 7,9°, 8 mai : 9,8°, 9 mai : 14,4°, 12 mai : 17,7°, 13 mai : 19,3°, 1<sup>er</sup> juin : 14,5° ; dans le premier cas, tous les traitements ont été faits à une température inférieure au seuil d'activité des Insectes alors que dans le second, elle était supérieure ou voisine de ce seuil. Les pulvérisations à base de lindane, de dieldrine ou de parathion ont toutes été effectuées le 13 mai, c'est-à-dire le jour où la température a été la plus élevée (maximum 27,3°) ; ce sont les traitements qui ont donné les meilleurs résultats. Ceci montre l'importance du choix du jour du traitement : une bonne efficacité ne peut être obtenue qu'à la condition que la température maximum soit supérieure à 15° au moment ou peu après le traitement et, dans une moindre mesure, dans les 24 heures suivantes ; l'action des poudrages est plus étroitement liée à ces conditions que celle des pulvérisations.

Des deux essais, on peut conclure que la dieldrine, à la dose de 500 g MA/ha a été le produit le plus efficace.

### Essais réalisés en 1955.

Les essais de laboratoire effectués durant les mois de juin et juillet 1954 avec des formules nouvelles non commercialisées de toxaphène en poudre ayant démontré que ces préparations étaient beaucoup plus efficaces que le produit mis en vente en mai 1954, il avait été décidé de procéder avec le toxaphène en poudrage ou en pulvérisation à des essais sur des surfaces importantes, groupées dans un petit nombre de centres.

Toutes les cultures de Crucifères oléagineuses existant dans ces centres étaient traitées uniquement avec le toxaphène en poudre ou en pulvérisation. Ces essais avaient un double but : déterminer l'efficacité du toxaphène vis-à-vis du Charançon et, par ailleurs, vérifier son innocuité à l'égard des abeilles, les ruches étant laissées ouvertes pendant toute la durée des traitements. Les produits essayés étaient au nombre de trois : poudres à 8-10 p. 100 et à 20-22 p. 100 de toxaphène, toxaphène en solution émulsionnable à 750g MA/l.

Ces produits ont également été essayés en divers endroits comparative-ment avec d'autres insecticides : en raison des hautes possibilités de dispersion des charançons, chaque champ n'était traité qu'avec un seul produit.

Dans la plupart des cas, les centres d'essais englobaient toutes les cultures de Crucifères oléagineuses de 2 ou 3 communes et un insecticide était essayé sur plusieurs champs.

Cette expérimentation a porté sur plusieurs centaines d'ha et a pu être réalisée grâce au concours financier et à l'aide technique du Groupement des producteurs d'oléagineux (G. I. O. M.).

Une partie des observateurs chargés des relevés météorologiques et du dénombrement des charançons capturés dans les bacs ont en outre procédé à la numération des charançons dans les champs avant et après le traitement sous le contrôle de M. JUVIN ; la numération des charançons était faite par 30 coups de filet-fauchoir dans les champs et la température était relevée avec un thermomètre-fronde.

Il a été constitué 9 centres d'expérimentation présentant les caractéristiques suivantes :

1. — Département de la *Marne* ; communes de Marigny, Thaas, Evry et Aulnay comprenant un champ témoin, 9 champs traités le 9 mai (5 avec dulindane en émulsion à 120g MA/l et à 4-4,5 l/ha soit 500 g MA/ha, 3 traités avec du parathion en émulsion à 500 g MA/ha, 1 n'ayant reçu qu'un traitement de bordure avec de l'H. C. H. en suspension à 2 500 g MA/ha) et 2 champs traités le 13 mai avec de la dieldrine en émulsion à 900 g MA/ha (fig. 64).

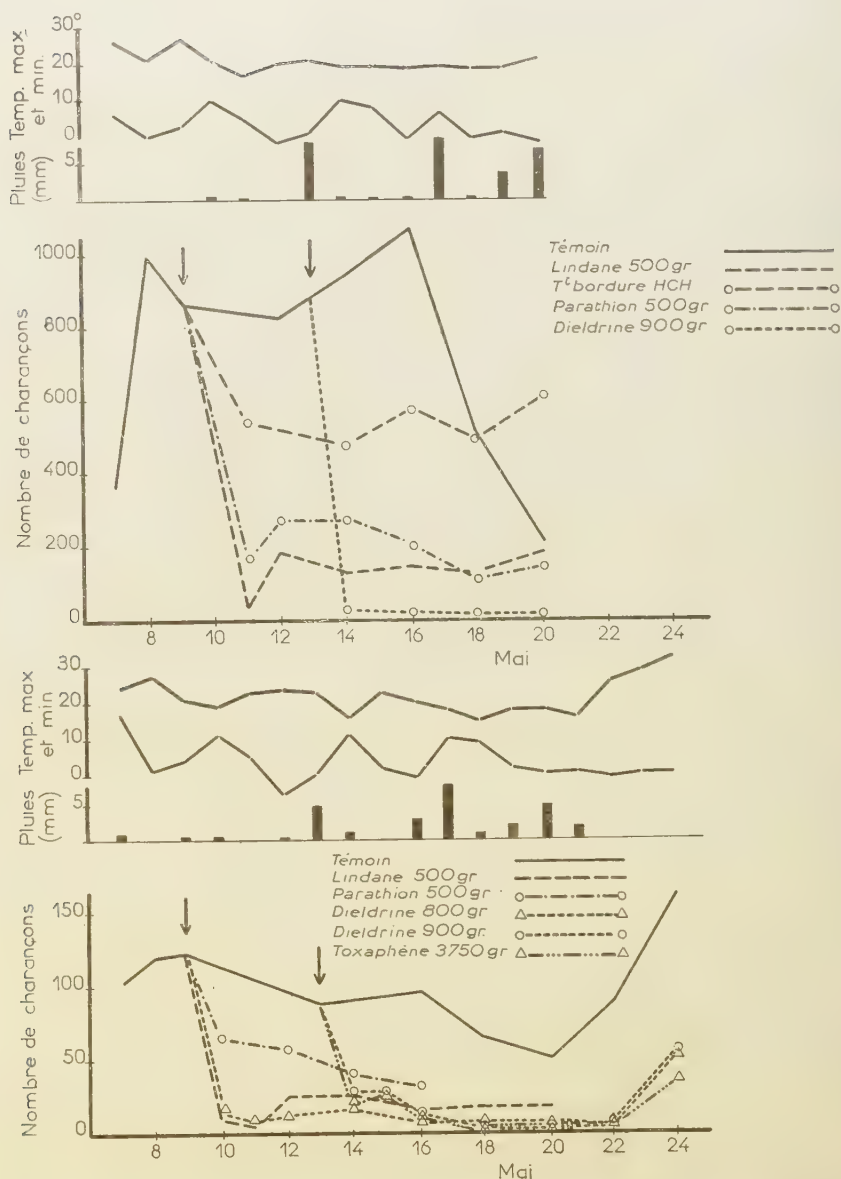


FIG. 64. — Essais de traitements avec plusieurs produits utilisés en poudrages ou en pulvérisations. Moyennes des numérations des charançons faites dans divers champs. Les flèches verticales indiquent les dates de traitements : en haut, communes de Marigny, Thaas, Ewy et Aulnay (Marne) ; en bas, commune de la Chapelle-Lasson (Marne).

2. — Département de la *Marne*, commune de la Chapelle-Lasson, comprenant un champ témoin, 6 champs traités le 9 mai (4 avec du lindane en émulsion à 500 g MA/ha, 1 avec du parathion en émulsion à 500 g MA/ha, 1 avec de la dieldrine à 800 g MA/ha), 3 traités le 13 mai : 1 avec du toxaphène à 3 750 g MA/ha, et 2 avec de la dieldrine à 600 g MA/ha (fig. 64).

3. — Département de la *Marne* : environs de Châlons et de Vitry-la-Ville. Cette zone expérimentale comprenait plus de 900 ha qui a été entièrement traitée sous la direction de M. Brisson, Directeur de la Coopérative agricole « La Marnaise », avec du toxaphène en poudre à 20 p. 100 et à la dose de 20-25 kg à l'ha ou en pulvérisation avec du toxaphène à 75 p. 100 à la dose de 3 750 à 4 500 g MA/ha ; la majorité des champs ont été traités entre le 9 et le 12 mai ; en outre, 2 champs ont été traités le 11 mai avec une poudre à 10 p. 100 de toxaphène et à 30 kg/ha. Les notations ont été faites sur 3 champs traités les 9 et 10 mai, avec du toxaphène à 20 p. 100 et à 20-25 kg/ha, sur 1 champ traité avec le même produit à 22-25 kg/ha le 12 mai, sur 1 champ traité avec du toxaphène en pulvérisation à 3 750 g MA/ha le 10 mai, et sur 2 champs traités le 11 mai avec une poudre renfermant 10 p. 100 de toxaphène à 30 kg/ha (fig. 65).

4. — *Seine-et-Marne*, commune d'Aubigny. Les observations ont porté sur 4 champs traités avec du méthylparathion à 2 p. 100 et à 25 kg/ha les 9 et 10 mai, sur 1 champ traité avec du toxaphène à 20 p. 100 et 28 kg/ha, et sur 1 champ traité le 10 mai avec du toxaphène à 75 p. 100 et à 3 000 g MA/ha (fig. 65).

5. — *Seine-et-Marne*, commune de Limours. L'expérience comprenait 14 lots dont 2 témoins, chaque lot étant constitué par 1 à 3 champs. Par suite de conditions climatiques défavorables et de diverses difficultés matérielles, les traitements ont été échelonnés du 9 au 22 mai.

Traitement les 9 et 10 mai : dieldrine 800 g/ha : 1 champ ; toxaphène pulvérisation 5 250 g MA/ha ; lindane appliqué en swing-fog 700 g MA/ha : 1 champ ; lindane pulvérisation 600 g MA/ha : 1 champ ; parathion pulvérisation 500 g MA/ha : 1 champ (un 2<sup>e</sup> traitement avec une poudre à 20 p. 100 de toxaphène et à 25 kg/ha a été effectué le 22 mai).

Traitement les 12 et 13 mai : toxaphène en swing-log à 3 000 g MA/ha : 1 champ ; toxaphène en pulvérisation à 3 000 g MA/ha : 1 champ et à 5 000 g MA/ha : 1 champ ; lindane 14 p. 100 additionné de 20 p. 100 huile terpénique : 225 g MA/ha : 1 champ ; polychlorocamphène : 6 000 g MA/ha.

Traitement les 20 et 22 mai : toxaphène poudre à 20 p. 100, 25 kg/ha : 3 champs ; parathion à 2 p. 100, 25 kg/ha : 3 champs ; pyrénone d'origine suédoise à 0,0 625 p. 100 de pyréthrinés 28 kg/ha : 1 champ ; lindane à 2 p. 100 MA à 25 kg/ha : 1 champ (fig. 66).

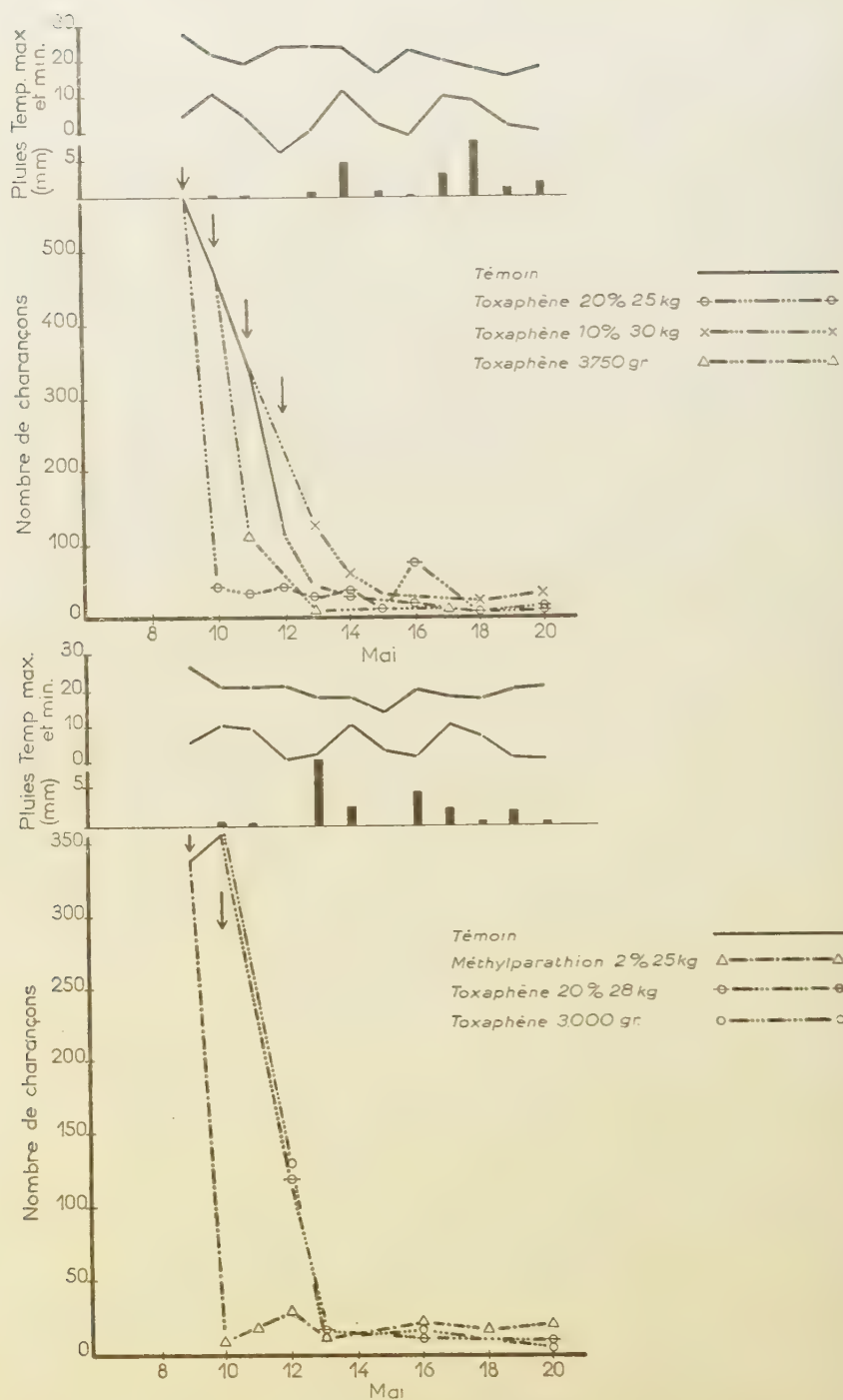


FIG. 65. — Essais de traitements ; en haut, à Châlons-sur-Marne et Vitry-la-Ville (Marne), en bas, à Aubigny (S.-et-M.).

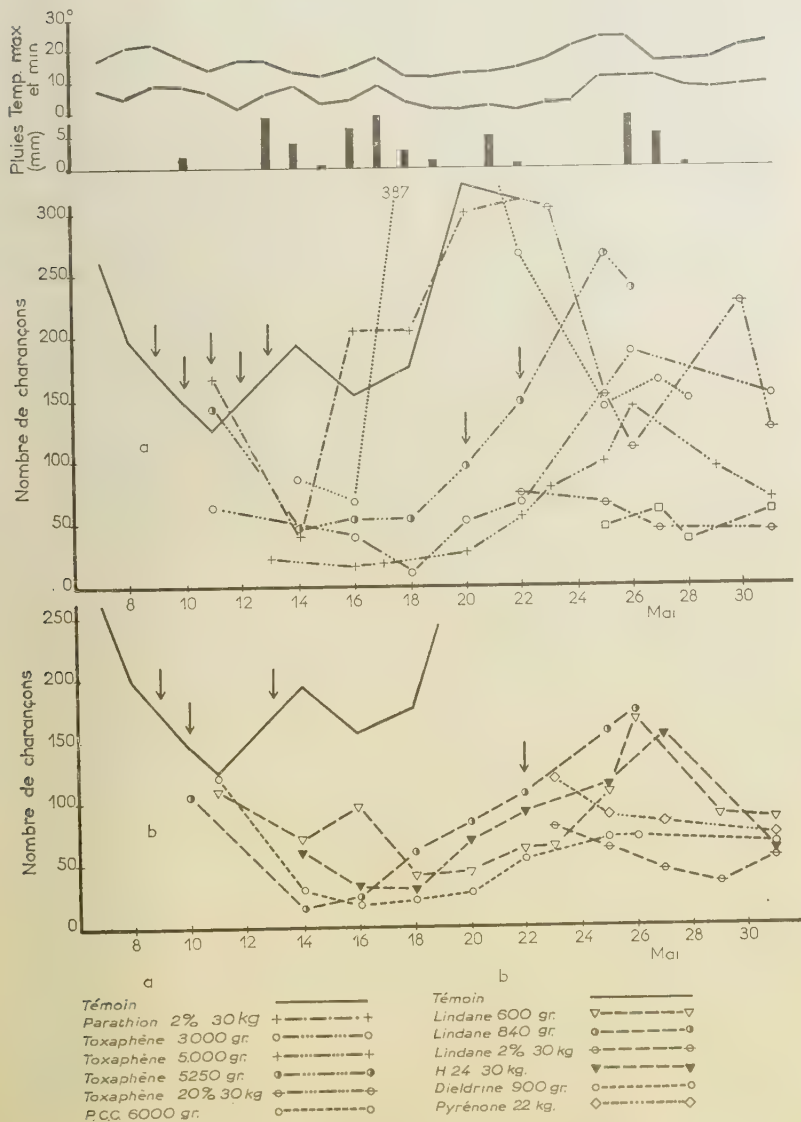


FIG. 66. — Essais de traitements à Limours (S.-et-M.).

6. — Seine-et-Marne : commune de Saint-Pathus. L'essai comprenait 1 champ témoin et 5 champs traités le 14 mai avec une poudre à 2,5 p. 100 de lindane et à 25 kg/ha (fig. 67).

7. — *Seine-et-Oise* : commune de Saclay. L'expérience a porté sur 4 champs témoins, 3 champs traités le 12 mai avec le toxaphène

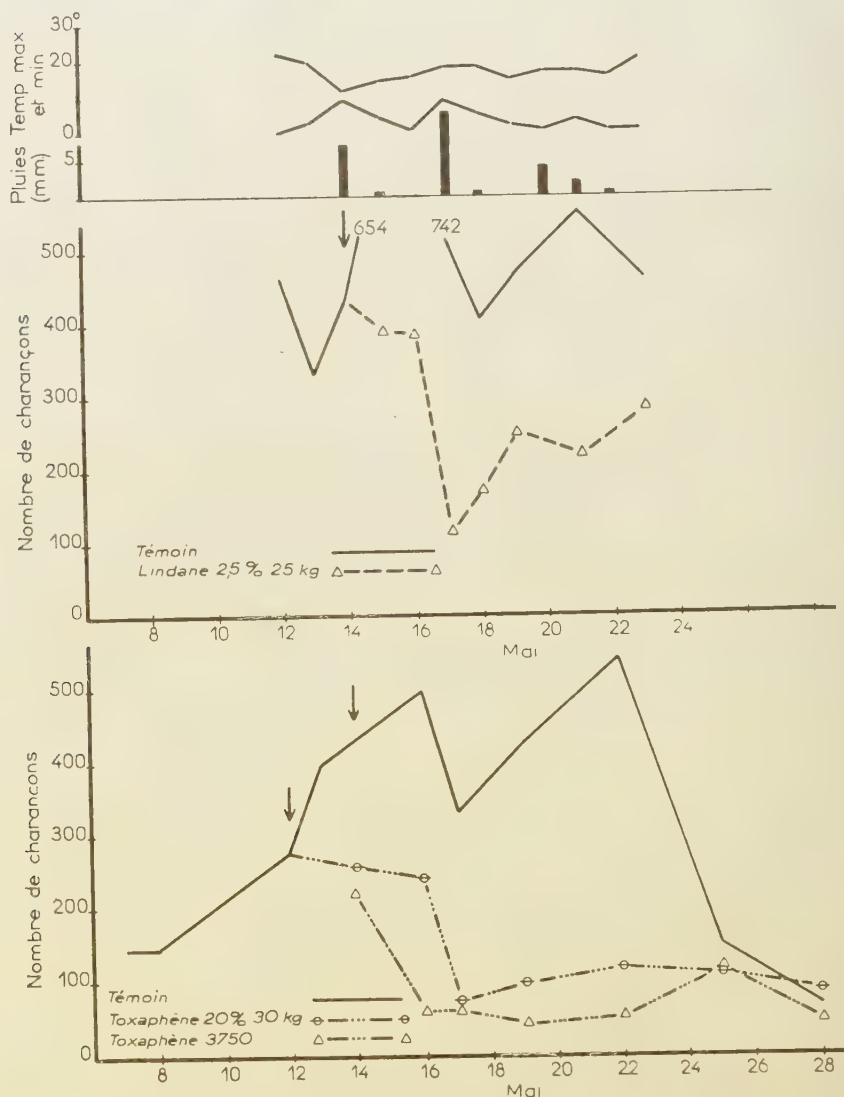


FIG. 67. — Essais de traitements : en haut à Saint-Pathus (S.-et-M.), en bas à Saclay (S.-et-O.).

à 20 p. 100 et à 30 kg/ha et 1 champ traité le 14 avec du toxaphène en pulvérisation à 3 750 g MA/ha (fig. 67).

8. — *Eure* : commune d'Étrepagny ; 1 champ traité avec 700 g de lindane en swing-fog par temps pluvieux les 12 et 13 mai et traité

à nouveau de la même manière le 22 mai ; 1 champ traité le 15 mai avec de la dieldrine à 800 g MA/ha ; 1 champ traité le 16 mai avec du toxaphène en pulvérisation à 4 500 g MA/ha ; 1 champ traité par avion le 20 mai avec du toxaphène 20 p. 100 à 30 kg/ha ; 1 champ traité le 21 mai en pulvérisation avec du toxaphène à 4 500 g MA/ha et ayant reçu en outre avec le même produit des traitements de bordure le 24 mai, le 30 mai et le 2 juin ; 1 champ traité par avion le 23 mai avec du parathion méthylé à 2 p. 100 et à 22 kg/ha (fig. 68).

9. — *Aisne* : commune de Marle-sur-Serre. Les lots ont été traités le 9 mai : 1 champ par hélicoptère avec du lindane à 2,5 p. 100 à 500 g/ha, 2 champs traités en pulvérisation avec du lindane à 0,75 g MA/ha, 1 champ traité en pulvérisation avec du lindane à 480 g MA/ha, 1 champ traité avec du méthylparathion à 2 p. 100 à 260 g MA/ha (fig. 68).

Deux autres centres expérimentaux ont été réalisés, l'un aux environs de Châlons-sur-Marne et l'autre de Rennes ; la population de charançons était trop faible pour qu'il puisse être tiré des conclusions de ces essais.

Enfin, des zones expérimentales situées dans les départements de l'Aisne, de l'Oise, de la Seine-et-Marne, de l'Aube et de l'Yonne et d'une surface de 90 à 600 ha ont été traitées exclusivement avec du toxaphène en poudrage ou en pulvérisation ; il n'a malheureusement pas pu être fait de notations.

Les essais mentionnés dans les 9 centres précédents ont été effectués sous le contrôle du G. I. O. M. Les observateurs affectés à ces centres ont transmis à M. JUVIN les résultats de leurs relevés au filet-fauchoir ; certains d'entre eux ont en outre procédé à la numération des siliques attaquées. Ces données ont été rassemblées par les soins de M. JUVIN qui a eu l'obligeance de me les communiquer.

A l'intérieur de chaque centre expérimental, les densités de population de charançons avant les traitements différaient de 5 à 80 p. 100 ; l'estimation de l'efficacité des traitements basée sur la population brute d'Insectes, avant et après le traitement, était difficile. On pouvait envisager de déterminer cette efficacité en pourcentage de la population initiale un certain temps après le traitement mais les divers produits utilisés agissant d'une manière plus ou moins rapide, ayant une rémanence plus ou moins marquée, étant par ailleurs souvent appliqués à diverses dates et par conséquent sous des conditions climatiques différentes pendant et après le traitement, cette façon de faire conduisait à des conclusions erronées.

Le moyen suivant a été finalement adopté : il a été calculé, pour chaque centre expérimental la population moyenne de charançons pour les divers champs durant les trois jours qui ont précédé l'application du premier traitement réalisé dans le centre ; les nombres de charançons capturés au filet-fauchoir après le traitement furent affectés d'un coeffi-

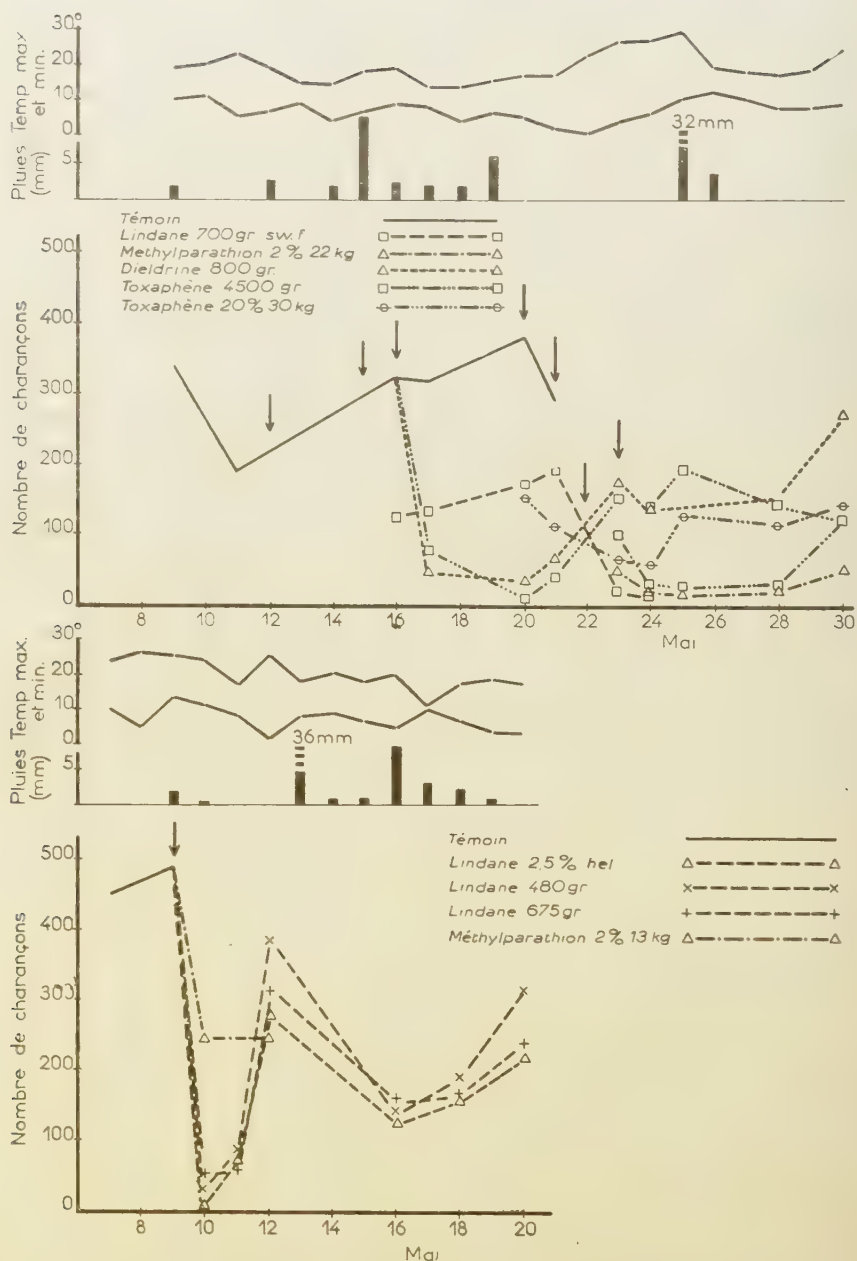


FIG. 68. — Essais de traitements : en haut, à Etrepagny (Eure), en bas, à Marle-sur-Serre (Aisne).

cient obtenu par le rapport de la population moyenne du centre expérimental à celle de la population du champ. Dans le cas où plusieurs champs avaient été traités le même jour avec le même produit, il a été fait la moyenne des relevés. Les graphiques n° 64 à 68 ont été établis sur ces bases ; chacun d'entre eux indique également les températures maxima et minima ainsi que les précipitations journalières.

Des notations de siliques attaquées ont été faites en plusieurs endroits mais, ainsi que j'ai pu le constater par quelques sondages, les relevés différaient énormément suivant les observateurs.

J'ai effectué des notations dans le centre n° 3 (environs de Châlons-sur-Marne et de Vitry-la-Ville) qui avait été traité entièrement avec des produits à base de toxaphène. Les moyennes des champs examinés ont été les suivantes :

— poudrage avec le toxaphène 20 p. 100 : 4,8 p. 100 de siliques attaquées ;

— poudrage avec le toxaphène 10 p. 100 : 7,6 p. 100 de siliques attaquées ;

— pulvérisation avec le toxaphène à 3 750 g MA/ha : 6,2 p. 100

Une pièce non traitée située à 1 km de plusieurs des champs ayant reçu des poudrages avait 22,5 p. 100 de siliques attaquées ; un champ traité le 12 mai et voisin du précédent avait 15,25 p. 100 de siliques perforées.

Des notations effectuées par des observateurs locaux ont donné les chiffres suivants :

### *Centre de Limours*

Dates des traitements	Produits utilisés	% siliques attaquées
9 mai .....	Dieldrine pulvérisation 800 g MA/ha	34
	Toxaphène pulvérisation 5 250 g	51
10 mai .....	Lindane swing-fog 840 g	42
	Lindane pulvérisation 600 g	42
10 et 22 mai .....	Parathion pulvérisation 500 g et toxaphène 20 % 6 500 g	37
12 mai .....	Toxaphène pulvérisation 3 000 g	44
	Toxaphène swing-fog 3 000 g	44
13 mai .....	Lindane et huile terpénique 225 g	55
	Polychlorocamphène pulvérisation 6 000 g	54
20 mai .....	Toxaphène poudrage 20 % 5 000 g	45
22 mai .....	Parathion 2 % 500 g	46
22 mai .....	Pyréthrine 0,0625 % 13,75 g	54
	Lindane 2 % 500 g	52
<i>Centre de Vitry-la-Ville :</i>		
9-10 mai .....	Toxaphène poudrage 20 %, 4 500 g	4,8
12 mai .....	—	8,4
<i>Centre d'Etrepagny :</i>		
12 et 22 mai .....	Lindane swing-fog 700 g	48
15 mai .....	Dieldrine 800 g	23
16 mai .....	Toxaphène pulvérisation 4 500 g	18
20 mai .....	Toxaphène 20 % 6 400 g par avion	47
21 mai .....	Toxaphène pulvérisation 4 500 g et traitements bordure le 24 mai, le 30 mai et le 2 juin	2,6
22 mai .....	Parathion méthylé 2 % 440 g par avion	56

D'une façon générale, les traitements ont été réalisés sous de mauvaises conditions climatiques, la température nocturne étant souvent voisine de 0°, les températures maxima assez faibles (à l'exception du 9 mai). C'est seulement à partir du 23 mai que la température maximum a été nettement supérieure à 15° et que les charançons ont fait preuve d'une grande activité, visible par l'importance des captures au filet-fauchoir ou dans les bacs-pièges.

Les pulvérisations à base de lindane ou de parathion en émulsion ont généralement donné des résultats inférieurs aux autres formules, ce qui confirme les essais de laboratoire ; il est préférable d'utiliser ces mêmes produits sous la forme de suspensions qui ont une plus grande persistance d'action et sont moins onéreuses. Le parathion éthylé ou méthylé en poudrage à 2 p. 100 a donné de bons résultats à la dose moyenne de 25 kg/ha ; le produit commercial à 2,5 p. 100 de lindane et le polychlorocamphène ont été insuffisants.

C'est la dieldrine utilisée en pulvérisation à 800-900 g MA/ha qui a fait preuve de l'efficacité la plus élevée et la plus constante. La pyrénone a été employée trop tardivement et appliquée seulement sur un champ : il n'est donc pas possible de fournir une opinion définitive sur ce produit, mais il ne semble pas, compte tenu des essais de laboratoire, qu'elle présente un grand intérêt.

Les produits commerciaux à base de toxaphène fabriqués durant l'hiver 1954-1955 ont donné des résultats satisfaisants ; leurs caractéristiques physiques ont été nettement supérieures à celles des produits existant sur le marché français en 1954.

Les essais de laboratoire et de plein champ réalisés avec le toxaphène en pulvérisation montrent que la dose de 3 000 g MA/ha peut être très efficace si la température maximum est supérieure à 22° (centre n° 4) ; dans les essais de laboratoire effectués à la température moyenne de 20°, la mortalité est, le 4<sup>e</sup> jour après le traitement, de 77 p. 100 à 3 500 g MA/ha et de 84 p. 100 à 5 000 g MA/ha ; l'examen du graphique n° 6 permet de constater qu'à la dose de 5 000 g MA/ha, le pourcentage de mortalité est de 58 p. 100 à la température moyenne de 15° et de 80 p. 100 à 18°. Dans la région parisienne, la température moyenne de la 3<sup>e</sup> décade d'avril est de 9,8° et celle de la 1<sup>re</sup> décade de mai de 11,2. Il semble donc que la dose de MA à employer par hectare doive se situer pour une spécialité présentant les caractéristiques physiques du produit essayé, entre 3 750 et 4 500 g MA/ha dilué dans 600 ou 1 000 l d'eau ou en nébulisation. La dose de 3 750 à 4 000 g sera à employer lorsque la température maximum le jour du traitement dépassera vraisemblablement 20° ; la dose la plus élevée ne sera utilisée que dans le cas où la pulvérisation sera faite par temps froid ou pluvieux.

En ce qui concerne les poudrages, nous avons vu (graphique n° 56)

qu'à la température constante de 20°, la poudre à 10 p. 100 donne une mortalité légèrement supérieure à la poudre à 20 p. 100, cette anomalie s'expliquant par la texture relativement grossière de cette dernière.

L'arrivée des charançons dans les champs s'échelonnant souvent sur plusieurs semaines, il est très important d'utiliser un produit ayant une grande persistance d'action.

Les essais de laboratoire relatifs à la rémanence montrent que le toxaphène utilisé en pulvérisation à 5 000 g MA/ha donne, le 4<sup>e</sup> jour après le transfert des Insectes sur les plantes traitées des mortalités de 94, 92 et 90 p. 100 lorsque les hampes ont été traitées depuis 1, 2 ou 3 jours. La dieldrine à 1 000 g/ha donne des résultats très voisins ; en essais de plein champ, la rémanence du toxaphène et de la dieldrine a été satisfaisante jusqu'au 13<sup>e</sup> jour (centre n° 2) ; elle n'a été que de 7 jours au centre n° 8 par suite d'une pluie de 32 mm le 25 mai.

Les essais effectués avec les poudres à base de toxaphène montrent qu'à partir du 2<sup>e</sup> jour après le traitement, la poudre à 20 p. 100 est plus active que celle à 10 p. 100 ; la différence s'accuse fortement le 3<sup>e</sup> jour. En essais de plein champ, la persistance d'action du toxaphène à 20 p. 100 a varié de 5 à 10 jours suivant les conditions climatiques (centres n° 3, 4, 7, 8).

La conclusion qui peut être tirée de ces données est que les poudres à 10 p. 100 de MA présentant les excellentes caractéristiques physiques du produit employé dans mes essais peuvent donner satisfaction lorsque la température maximum dépasse 18-20° le jour du traitement. Cependant, afin que les probabilités de grande efficacité soient augmentées, il est préférable d'utiliser des poudres ayant une teneur en MA de 15 à 20 p. 100 et possédant de très bonnes caractéristiques physiques ; la quantité de MA à appliquer par hectare à l'aide d'appareils terrestres est de 4 000 à 5 000 g MA/ha soit 25-30 kg de poudre à 15 p. 100 ou 20-25 kg de poudre à 20 p. 100.

Il est également à noter que le toxaphène se conserve mal au contact de la plupart des charges employées actuellement et qu'il est donc nécessaire d'utiliser des produits commerciaux de fabrication relativement récente.

### Essais réalisés en 1956.

La plupart des cultures de Colza d'hiver ayant été gelées durant l'hiver 1955-1956, il n'a pu être effectué qu'une faible partie du programme d'essais envisagé. Il a été fait en conséquence quelques expériences sur des champs de Colza de printemps.

Le G. I. O. M. a réalisé, sous la direction de M. JUVIN, des essais dans les départements de la Seine-et-Oise et de la Seine-et-Marne portant sur divers insecticides (toxaphène, polychlorocamphène, roténone

additionné d'huile blanche, dieldrine) utilisés en poudrage, en pulvérisation ou en nébulisation. C'est la dieldrine qui a été le produit le plus actif ; le toxaphène en pulvérisation a été légèrement supérieur au même produit en poudrage.

Les essais sur Colza de printemps ont été faits sous la forme de poudrage (roténone, parathion, polychlorocamphène, pyrénones d'origine suédoise et française), de pulvérisation (dieldrine, endrine, toxaphène) ou de nébulisation (polychlorocamphène) ; les meilleurs résultats ont été obtenus avec la dieldrine et le toxaphène suivis du parathion et de l'endrine ; les autres produits ont été nettement moins efficaces.

STOLL (1955) a étudié l'action du toxaphène sur les organes floraux : il a remarqué que ce produit, utilisé en suspension ou en émulsion, provoque une forte baisse du pouvoir germinatif du pollen ; pour certaines plantes (betteraves, chou-fleur), les mouvements des anthères peuvent être temporairement entravés. Il conclut cependant de ses essais, qu'aux doses normales d'emploi, il n'y a pas à craindre d'effet nuisible sur les fleurs.

Un collègue étranger m'avait informé que le toxaphène appliqué sur le Colza au moment de la floraison en 1955 avait sensiblement diminué le rendement en réduisant la longueur des siliques et le nombre moyen de graines par silique.

Afin de vérifier cette observation, il a été fait deux catégories d'essais. La première expérience a été réalisée dans un champ de Colza d'hiver d'une superficie de 24 ha située à Saint-Pathus (S.-et-M.) et appartenant à M. PLUVINAGE ; le champ a été divisé en 8 parcelles qui ont été traitées, sous la direction de M. JUVIN, le 11 mai 1956 (température maximum sous abri le 11 mai : 23°) ; 4 parcelles ont été traitées avec du toxaphène en solution émulsionnable à 3 750 g MA/ha ; elles alternaient avec 4 autres parcelles traitées avec de la dieldrine à 900 g/ha également diluée dans 400 l d'eau/ha. A la récolte, il a été dénombré une moyenne de 10,8 p. 100 de siliques attaquées dans le lot traité avec la dieldrine contre 22 p. 100 dans les lots ayant reçu la pulvérisation de toxaphène ; le rendement a cependant été un peu plus élevé dans les parcelles traitées avec le toxaphène.

Un autre essai a été fait sur une petite parcelle de Colza de printemps qui a été divisée en 4 lots : deux lots-témoins (lot n° 1), un lot (n° 2) traité par poudrage avec du toxaphène à 20 p. 100 et un lot traité par pulvérisation avec du toxaphène en solution émulsionnable (lot n° 3) ; pour ces deux derniers lots, le traitement a été appliqué en pleine floraison et à deux reprises, le 24 juin et le 30 juin 1956, à une dose 10 fois plus élevée que la normale. Les parcelles traitées par pulvérisation ont eu une teinte vert jaunâtre dans les 15 jours qui ont suivi le traitement mais elles ont pris par la suite une coloration verte qui tranchait de façon

remarquable sur la teinte plus ou moins jaunâtre du lot traité par poudrage et surtout du lot-témoin ; cela était dû à une très grave attaque de cécidomyies qui ont provoqué le jaunissement et l'éclatement de plus de la moitié des siliques.

Le 10 juillet, les lots 1 et 2 présentaient une très forte proportion de siliques attaquées par la Cécidomyie (il était trouvé à cette date tous les stades de développement, de l'œuf jusqu'à la larve à la fin de son développement), alors que le lot 3 était pratiquement indemne. Le 24 juillet, les plantes du lot-témoin et du lot traité par poudrage étaient pratiquement parvenues à maturité alors que celles du lot traité par pulvérisation étaient encore presque entièrement vertes.

Ces observations m'ont amené à effectuer un essai de traitement sur une autre parcelle de colza de printemps dont les siliques étaient très fortement attaquées par des larves de charançons et de cécidomyies ; le traitement a été fait le 14 juillet avec du toxaphène en solution émulsionnable à la dose de 600 l à l'ha, soit 2 250 g MA/ha ; des siliques ont été prélevées le 16 juillet : toutes les larves de charançons étaient mortes alors que les larves de cécidomyies étaient indemnes à l'exception de celles qui se trouvaient dans des siliques éclatées.

Il a été prélevé des pieds entiers dans chacun des trois lots traités le 24 et le 30 juin ; pour les lots 1 et 2, dont les siliques étaient très fortement attaquées par les larves de cécidomyies, il a été choisi les pieds les moins parasités, une fraction importante de ces plantes ayant toutes les siliques éclatées. Pour chaque lot, il a été prélevé 2 000 siliques à différentes hauteurs et ces siliques ont été pesées ; une certaine proportion de ces siliques étant déformées par les larves de cécidomyies, ce qui rendait difficiles les opérations ultérieures. Les siliques des 3 lots ont été triées et il a été procédé ensuite à la pesée de 1 000 siliques triées, à la notation de leur longueur et à la numération des graines par fruit.

Le tableau ci-après indique les chiffres obtenus ainsi que le pourcentage de siliques attaquées par les cécidomyies et le nombre de larves vivantes de charançons relevé dans 100 siliques.

TABLEAU XX

*Notations sur des siliques de Colza de printemps, 26 juillet 1956.*

Lots	Poids de 1.000 siliques		Longueur moyenne siliques	Nombre moyen graine	% siliques attaquées Cécido- myies	Nombre larves charançons dans 100 siliques
	non triées	triées				
1 — Témoin .....	246 g	285 g	42,6 mm	12,98	31,1	11
2 — Poudrage toxaphène .....	280	300	43,5	13,88	19,5	5
3 — Pulvérisation toxaphène .....	326	339	44,8	15,63	7,8	0

L'examen de ces chiffres révèle que le toxaphène n'a pas eu d'action défavorable sur la croissance des siliques mais, qu'au contraire, la longueur moyenne et le nombre moyen des graines par silique sont plus élevés dans les lots traités que dans le témoin ; cela est dû à ce que la maturité des plantes ayant reçu un traitement a été retardée d'environ une semaine ce qui a permis une croissance plus régulière et plus complète des fruits.

### Conclusions.

Il a été essayé au laboratoire et en plein air un grand nombre de substances insecticides. Le Charançon des siliques a fait preuve d'une résistance remarquable à l'égard de ces insecticides et aucun d'entre eux ne peut être considéré comme ayant une efficacité très élevée car le produit, pour être très actif, doit avoir, en plus d'une haute toxicité, une grande persistance d'action.

Les insecticides qui peuvent être provisoirement retenus sont les suivants :

**Poudrages** : parathion méthylé à 1,2-2 p. 100, parathion éthylé à 2 p. 100, lindane à 2 p. 100, H. C. H. à 12-15 p. 100, toxaphène à 15 p. 100 à 25-30 kg/ha, toxaphène à 20 p. 100 à 20-25 kg/ha.

**Pulvérisations** : dieldrine à 800-900 g MA/ha, diazinon 750-1 000 g, endrine 300-500 g, toxaphène 3 750-4 500 g, parathion en suspension, oléoparathion, lindane en suspension à 500 g MA/ha.

Les produits essayés à base de polychlorocamphène et de pyrène ont été inférieurs aux insecticides précédents, mais il est possible qu'une amélioration de leur fabrication permette de préconiser leur emploi.

Nous avons vu que les traitements doivent généralement être appliqués au moment où les cultures de Crucifères oléagineuses ont une proportion élevée de fleurs ouvertes ; ces fleurs sont très recherchées par les abeilles qui vont butiner les champs de Colza jusqu'à 5 et même 7 km du rucher. La plupart des insecticides mentionnés ci-dessous sont dangereux pour les abeilles, et les produits qui avaient été retenus jusqu'en 1955 étaient toxiques pour les abeilles. Afin de réduire au maximum la mortalité des abeilles, il avait été nécessaire d'envisager diverses mesures de protection qui seront brièvement analysées ci-dessous.

**Traitements insecticides et protection des abeilles.** — A la suite des essais de laboratoire ayant démontré l'intérêt des poudres à 2 p. 100 de parathion, la circulaire ministérielle du 28 juillet 1951 autorisa de porter, pour la campagne 1952, la teneur maximum des poudres de 1 à 2 p. 100 d'ester thiosphorique.

L'arrêté du 24 mars 1952 mentionnait (titre II) des dispositions particulières concernant la protection des abeilles <sup>(1)</sup>.

Les précipitations étant fréquentes et les conditions climatiques variant très rapidement au moment de l'application des traitements (fin avril et début du mois de mai) il arrivait 8 fois sur 10 qu'au jour « J » fixé 3 jours auparavant par les agriculteurs, le temps était froid, venteux ou pluvieux. Il était alors nécessaire de reporter la dérogation à l'expiration d'un délai d'un jour franc ( $J + 2$ ) ; ce report se faisait automatiquement sous la réserve que la procédure d'avis aux communes voisines et aux apiculteurs fut renouvelée. Fréquemment, les conditions climatiques étaient encore défavorables au jour  $J - 2$  et il était nécessaire de procéder à de nouvelles formalités. Par ailleurs, les apiculteurs étaient souvent informés trop tardivement, des erreurs étaient commises dans la transmission des dates des traitements, des ruchers se trouvaient à moins de 3 km de deux zones où les traitements n'avaient pas lieu aux mêmes dates. Il en résultait que des ruches étaient fermées pendant 2 ou 3 jours consécutifs ou à deux reprises à 3 jours d'intervalle ce qui entraînait une très forte mortalité des abeilles. Les agriculteurs avaient rarement la possibilité de traiter toutes leurs cultures de Crucifères en une journée ; on s'était efforcé d'augmenter la durée de la période de traitement en autorisant le début du traitement la veille du jour J à partir de 17 heures jusqu'au lendemain du jour J à 9 heures, c'est-à-dire à des moments où la plupart des abeilles étaient rentrées à la ruche ou n'en étaient pas encore sorties.

L'arrêté du 24 mars 1952 a été remplacé par l'arrêté du 20 mars 1953, puis par celui du 5 mars 1954 qui différait principalement du précédent par l'article 8. Cet arrêté a été également modifié par l'arrêté du 10 mars 1955 complété par une circulaire d'application.

DEFROMONT (1953) a signalé que des cultures de Colza traitées avec une poudre renfermant 2 p. 100 de thiphosphate de diéthyle et de para-

<sup>(1)</sup> Art. 6. — Les traitements insecticides réalisés au moyen de produits toxiques pour les abeilles sont interdits quel que soit l'appareil épandeur utilisé... sur les plantes visitées par les abeilles pendant la période de leur pleine floraison.

Art. 7. — En ce qui concerne les Crucifères oléagineux, compte tenu de l'échelonnement de leur floraison, le stade de la « pleine floraison » est atteint à partir du moment où 50 % des pieds ont au moins une fleur dont tous les pétales sont complètement étalés et, en tout état de cause, dès que le nombre total de ces fleurs est supérieur à 100 par mètre carré.

Art. 8. — Des dérogations aux dispositions précédentes peuvent être accordées dans des cas exceptionnels par les Inspecteurs de la Protection des végétaux qui en rendront compte immédiatement au ministre de l'Agriculture. L'octroi de ces dérogations est subordonné à l'accomplissement des formalités et conditions suivantes :

1° Le maire de la commune, ainsi que, le cas échéant, les maires des communes limitrophes, dans un rayon de trois kilomètres autour des points traités, devront être avisés de l'octroi de cette dérogation par les soins des agriculteurs ou des sociétés de traitement qui en auront bénéficié, au moins quarante-huit heures avant la date du traitement ;

2° Les apiculteurs possédant des ruches dans un rayon de trois kilomètres autour des points traités devront en être avisés individuellement par les soins du maire de leur commune au moins vingt-quatre heures à l'avance, de façon à ce qu'ils prennent toutes précautions utiles pour la sauvegarde de leurs ruchers ;

3° Les traitements à effectuer sur le territoire d'une même commune devront l'être dans les délais fixés par les dérogations.

nitrophényle entraînaient la mort des abeilles jusqu'à 8 jours après le traitement ; cette mortalité a été attribuée à la diffusion du parathion dans le nectar. Cette note a été très largement diffusée et a constitué l'argument principal de techniciens apicoles et de groupements apicoles pour demander l'interdiction de l'emploi des poudrages à base de parathion au cours de la campagne 1954.

La note de DEFROMONT suscite un certain nombre de remarques. En premier lieu, il ne s'agit pas de parathion éthylé mais bien de parathion méthylé (l'auteur mentionne le nom commercial du produit utilisé) qui, d'après les travaux de METCALF et MARSH (1949) est deux fois plus toxique pour les abeilles que le parathion éthylé (DL 50 par contact, 1,7  $\gamma$  du p. méthylé par gramme contre 3,5  $\gamma$  pour le parathion éthylé).

D'autre part, le passage et la persistance d'une proportion importante de parathion utilisé en poudrage dans le nectar est une conception difficilement soutenable. J'ai procédé à des essais sur des pucerons avec du parathion employé en pulvérisation (1951) ; la persistance d'action du produit (par contact et par action en profondeur a été très faible dès le 5<sup>e</sup> jour.

Pour les abeilles, la toxicité du parathion est beaucoup plus grande par ingestion que par contact. D'après ECKERT (1948), la DL 50 par ingestion du parathion éthylé est de 0,07 microgramme par abeille ; elle est 5 fois plus élevée que par contact (DL 50 = 0,35 microgramme par abeille) (METCALF et MARSH 1949).

Quelques cas d'empoisonnement par le parathion des abeilles de la ruche et du miel ont été signalés aux Etats-Unis par ANDERSON et TUFT (1952) ; il a été trouvé 20 à 100 p. p. m. de parathion dans les abeilles mortes, le couvain et le miel ; ces auteurs ne donnent aucune autre précision et ils mentionnent par ailleurs que le toxaphène semble être « quelque peu » moins toxique que le D. D. T.

Dans le cas des observations de DEFROMONT, il est vraisemblable que les particules de parathion qui se trouvaient sur les boutons, les tiges et les feuilles ont été transportées sur le pollen des fleurs au fur et à mesure de l'éclosion de celles-ci par divers Insectes (Meligèthes, Charançons et les abeilles elles-mêmes).

Un cas analogue a été signalé par WEAVER (1952) sur des Cotonniers traités avec différents produits (H. C. H., D. D. T., dieldrine, etc.). WEAVER a remarqué qu'il y a eu, en 1951, une mortalité d'abeilles beaucoup plus importante qu'en 1949 et 1950 ; en 1951, les abeilles ont, pour une raison inconnue, recueilli beaucoup plus de pollen qu'au cours des années précédentes et il suppose que ce pollen provenant de fleurs qui n'étaient pas écloses au moment du traitement a pu être contaminé, soit à la suite du poudrage de cultures voisines, soit par le corps des abeilles elles-mêmes auxquelles l'insecticide aurait pu adhérer.

MALLACH (1952) a constaté que les préparations à base d'H. C. H. sont 200 fois plus toxiques que celles renfermant du D. D. T. ; l'H. C. H. peut entraîner un empoisonnement des jeunes abeilles et il a été noté à deux reprises une intoxication de la reine. Les esters phosphoriques agissent rapidement et ne parviennent pas à l'intérieur des fleurs ; ils ne sont dangereux pour les abeilles que dans les 3 jours qui suivent le traitement.

Enfin, MAURIZIO et SCHENKER (1953) ont procédé à des essais systématiques en traitant des fleurs ouvertes ou encore fermées de *Borrago officinalis* avec des pulvérisations de parathion en émulsion ou de diazinon. Le nectar était prélevé sur les fleurs avec une micropipette à intervalles réguliers et donné aux abeilles. Dans le cas des pulvérisations à base de parathion faites sur des fleurs ouvertes, le nectar a été très toxique pour les abeilles 6 et 14 heures après le traitement et inoffensif au bout de 24 heures ; lorsque les pulvérisations étaient faites sur des fleurs en bouton, le nectar n'a jamais entraîné de mortalité des abeilles. Par contre le diazinon pulvérisé sur des fleurs ouvertes a occasionné la mort des abeilles 3 et même 10 jours après le traitement.

La conclusion que l'on peut tirer de ce qui précède est que les divers produits insecticides autres que les endothéropiques vrais n'occasionnent pas une forte mortalité au-delà du 3<sup>e</sup> jour ; il peut arriver dans des conditions écologiques particulières qu'il se produise une légère mortalité des abeilles pendant plusieurs jours après le traitement, par suite du transfert de particules toxiques de la surface des diverses parties de la plante sur le pollen par des insectes pollinisateurs ; ces accidents peuvent se produire avec n'importe quel insecticide toxique pour les abeilles. Il semble que les ruches puissent être ramenées dès le 3<sup>e</sup> jour après la fin des traitements, sans qu'il y ait à craindre des intoxications graves des abeilles.

La claustration des ruches qui avait été conseillée par CHAUVIN (1952) était considérée par la plupart des apiculteurs comme une opération néfaste. VUILLAUME (1955) a étudié différents dispositifs ; en plaçant un cadre grillagé au-dessus d'une housse garnie de cadres, un autre devant le trou de vol et en versant de l'eau sur les cadres en fin de matinée, il a été possible de claustre les ruches sans grand dommage pendant 3 jours consécutifs.

La circulaire d'application prévoyait également, pendant la période d'application des traitements, le déplacement des ruches sur des « zones de repli » constituées principalement par des centres de cultures de Colza, soit avant le traitement de ce Colza, soit au moins 3 jours après le traitement.

Le déplacement des ruches est assez délicat et onéreux, mais les producteurs de Colza ont généralement accepté de transporter à leurs

frais les ruches situées dans leur commune à la condition que la manutention soit faite par les apiculteurs ; très souvent, les ruches étaient en très mauvais état et, de ce fait, intransportables.

En 1954, les traitements à base de lindane ou de parathion appliqués en période de « pleine floraison » ont occasionné dans certains cas une mortalité élevée des abeilles mais les dégâts ont souvent été considérablement amplifiés par certains apiculteurs, groupements ou revues apicoles qui espéraient obtenir de cette façon des indemnités ou de nouveaux abonnés. Les enquêtes qui ont été faites quelques jours après le traitement général d'une ou de plusieurs communes par des agents du Service de la Protection des Végétaux, des directions des Services agricoles ou des représentants de groupements professionnels, ont presque toujours permis de constater que les mortalités importantes étaient dues à une claustration maladroite.

Des cas réels de mortalité importante et généralisée des abeilles ont eu lieu à la suite de traitements réalisés par des avions dans le courant d'une journée chaude ; le fait a été beaucoup plus rare et même exceptionnel avec les traitements par hélicoptères qui ne peuvent guère se déplacer qu'aux premières heures de la matinée et à la fin de l'après-midi. Des poudrages réalisés avec des poudreuses à grand travail aux heures chaudes de la journée ont parfois occasionné des pertes assez sensibles. En fait, la mortalité n'était élevée que lorsque les abeilles étaient obligées de se déplacer dans le nuage d'insecticide ; elle était faible lorsque le traitement était appliqué dans la matinée ou dans la soirée, même lorsque la température était élevée, ainsi que l'ont montré plusieurs expériences réalisées en collaboration avec le G. I. O. M.

Un de ces essais a été fait sur plusieurs champs de Colza de printemps qui avaient en moyenne le jour du traitement 630 fleurs ouvertes par m<sup>2</sup>. Le traitement a été effectué le 23 juin 1954, de 18 heures à 20 heures 30, et le 24 juin, de 5 heures 30 à 9 heures.

Cinq champs d'une superficie totale de 34 ha situés dans la région de Silly-le-Long (S.-et-O.) ont été traités respectivement avec des pulvérisations de lindane à 500 g MA/ha ou de dieldrine à 1 000 g MA/ha et des poudrages de parathion à 600 g MA/ha, de lindane à 600 g MA/ha ou de toxaphène à 2 400 g MA/ha ; la population moyenne, qui était de 143 charançons pour 100 hampes le 23 juin, n'était plus le 26 juin que de 0 à 8 suivant les lots.

Plusieurs ruchers se trouvaient à des distances de 500 à 1 500 m des divers champs traités. Les abeilles ont été très actives le jour même du traitement et les jours suivants : le 24 juin, entre 11 et 12 heures, il était récolté en moyenne 172 abeilles en 20 coups de fauchoir.

Le rucher situé à 500 m d'un champ de 12 ha dont le tiers avait été traité avec du parathion en poudrage comprenait 10 ruches communes,

faibles et en mauvais état : 2 ont été laissées constamment ouvertes et les 8 autres ont été claustrées le 24 juin à partir de 4 heures 30 ; la claustration a été faite de façon simpliste, aucun aménagement n'ayant été prévu pour l'aération des ruches. Le 26 juin, il y avait 3 poignées d'abeilles mortes devant une des ruches ouvertes et 5 poignées devant l'autre.

Un autre rucher situé à 1 000 et 2 000 m de trois champs traités par poudrage ou par pulvérisation avec les produits mentionnés ci-dessus comprenait 18 ruches Dadant qui ont été laissées ouvertes : il n'a été relevé que 1 à 2 poignées d'abeilles mortes devant chaque ruche ; les pertes par ruche consécutives au traitement ont été estimées en moyenne à 3 kg de miel par M. LOUVEAUX, chargé de recherches à la Station de Recherches Apicoles de Bures-sur-Yvette et M. LAHOUSSE, Ingénieur au G. I. O. M. ; la mortalité a cessé le 28 juin.

Nous voyons que, bien que le traitement ait été fait en période très chaude (température maximum du 23 juin : 24,4°, du 24 juin : 24,5°) et dans une région où le Colza était à ce moment la seule plante mellifère, les pertes ont été assez faibles.

En 1954, le G. I. O. M. a procédé en liaison avec la Station apicole à une vaste enquête ainsi qu'à des expériences en vue de déterminer la toxicité des insecticides à l'égard des abeilles. Il n'a pas été constaté de différences sensibles dans l'action des différents insecticides.

La mortalité des abeilles est généralement élevée le premier jour après le traitement et diminue rapidement par la suite ; elle est liée à la persistance de l'insecticide sur les hampe florales ; en se déplaçant sur cette portion de la plante, les abeilles entrent parfois en contact avec des particules d'insecticide et sont tuées ou ramènent des substances toxiques à la ruche.

**Emploi de produits faiblement toxiques pour les abeilles.** - Parmi les insecticides essayés en 1951-1952 et retenus comme faisant preuve d'une certaine efficacité contre le charançon figurait le toxaphène en poudre à 10 p. 100 de MA (BONNEMAISON 1952). Des insecticides à base de toxaphène n'ont été vendus en France qu'à partir du mois de mai 1954 (une spécialité pour la destruction du Doryphore a été livrée en mai 1953). Il a été essayé en plein champ le 9 mai 1954 une poudre renfermant 8-10 p. 100 de toxaphène qui a fait preuve d'une efficacité très faible. Une amélioration de la fabrication a permis d'obtenir en essais de laboratoire réalisés en juin et juillet 1954 une efficacité beaucoup plus grande, ce qui a permis de réaliser en 1955 des essais de traitement sur des surfaces importantes avec le toxaphène en poudrages à 10 et 20 p. 100 et en pulvérisation.

Le toxaphène présentait vis-à-vis des autres insecticides le grand avantage d'être peu dangereux pour les abeilles. Cette particularité a

été signalée aux États-Unis par BUTLER et SHAW (1948) et par WEAVER (1949) : une poudre renfermant 20 p. 100 de toxaphène et 40 p. 100 de soufre employée à la dose de 40,8 kg/ha avait occasionné une mortalité de 5 p. 100 sur les abeilles. Ces résultats ont été confirmés par KNOWLTON, NYE, LIEBERMAN, TODD et BOHART (1950) et de nouveaux essais de WEAVER (1951-1952) ainsi que par GLYNNE et CONNELL (1954) ; ATKINS et ANDERSON (1954) classent le toxaphène, le D. D. T., l'arseniate de chaux, dans la catégorie des insecticides modérément toxiques. D'après ANDERSON et TUFT (1952), les poudres à 10 p. 100 de toxaphène entraînent en essais de laboratoire 98 à 100 p. 100 de mortalité des abeilles en 18 heures.

L'innocuité du toxaphène vis-à-vis des abeilles a été signalée en Allemagne par POSTNER (1953) et BAUERS (1954) et celle de la pyrénone en Suède par MUHLÖW (1953) et WAHLIN (1953).

En France, ce n'est qu'en 1955 que furent faites les premières expériences relatives au toxaphène. ROUSSEAU (1955) a fait des essais de laboratoire avec le toxaphène en poudre à 10 p. 100 et en solution émulsionnable ; ces essais ont été complétés par des essais en plein champ sur du Romarin avec une poudre à 20 p. 100 de toxaphène qui a été appliquée le 30 mars à la dose de 25 kg/ha ; il n'a été constaté aucune mortalité des abeilles. VUILLAUME (1955) a procédé à des essais en serre sur du Colza et en plein air sur du Romarin avec des poudres à 20 p. 100 de toxaphène et à base de pyrénone ainsi qu'avec des pulvérisations de toxaphène, de strobane et de polychlorocamphène ; aucun de ces produits n'a occasionné de mortalité des abeilles, GUILHON (1952-1956) a signalé, qu'en essais de laboratoire, les pyrénones et le toxaphène à 20 p. 100 de MA étaient toxiques pour les abeilles.

Il n'est actuellement admis en France comme produits « non dangereux » pour les abeilles que des poudres à 10-20 p. 100 de toxaphène et des solutions émulsionnables de toxaphène ; plusieurs spécialités bénéficient à ce titre d'une autorisation provisoire de vente <sup>(1)</sup>.

D'après les travaux américains <sup>(2)</sup>, le toxaphène est par ingestion un peu plus toxique pour l'homme (dose létale 2,7 mg/kg) que le D. D. T., mais il est moins dangereux que ce dernier par accumulation ; d'après JOHNSTON et EDEN (1953), opérant sur des rats avec des poudres mouillables, la DL<sub>50</sub> par absorption au travers de la peau est de 1 025 à 1 075 mg/kg pour le toxaphène et de 400-450 mg/kg pour la dieldrine.

Les abeilles pouvant ramener pendant quelques jours à la ruche d'assez grosses quantités de toxaphène, il serait possible que le miel produit à cette date renferme une proportion assez élevée de l'insecticide ; il serait prudent de vérifier la durée de la persistance dans le miel du

(1) Le polychlorocamphène et la pyrénone ont récemment été admis comme produits « non dangereux » pour les abeilles.

(2) *Journ. Amer. Medical Association*, 1135-1137, 1952.

toxaphène ou des produits qui en sont issus. D'après STUTE (1955), le toxaphène n'a pas été trouvé dans le miel des ruches situées au voisinage de champs traités.

Le toxaphène étant peu toxique pour les abeilles, on pouvait espérer qu'il était également inactif contre les Hyménoptères entomophages.

Un essai de laboratoire a été fait en collaboration avec M. JOURDHEUIL ; du Colza de printemps cultivé en pot a été traité avec différents insecticides aux doses utilisées contre les charançons ; les plantes ont été ensuite recouvertes d'un manchon de mousseline et il a été déposé 10 *Thersilochus gibbus* par plante ; les lots ont été examinés 6, 24 et 48 heures après le traitement ; le tableau ci-dessous indique les pourcentages moyens de mortalité (les Insectes se déplaçant difficilement étant assimilés à des morts).

	% de mortalité.		
	6 h.	24 h.	48 h.
Toxaphène en pulvérisation 4000 g MA/ha .....	0	15	95
Lindane en émulsion 500 g MA/ha .....	10	20	20
Toxaphène poudrage 20 % - 6 000 g MA/ha .....	0	100	
Toxaphène poudrage 10 % - 3 000 g MA/ha .....	0	100	
Pyrénone poudrage 0,0625 % - 1875 g MA/ha ...	10	100	
Parathion poudrage 2 % - 600 g MA/ha.....	100		
Lindane poudrage 2 % - 600 g MA/ha .....	30	90	100

On voit que le toxaphène et la pyrénone sont toxiques pour les Hyménoptères entomophages ; avec le toxaphène, la plupart des Insectes sont paralysés 48 heures après le traitement et il n'y a que 25 p. 100 d'Insectes morts 72 heures après le traitement, et 75 p. 100 96 heures après le traitement. Il est vraisemblable que, dans les conditions naturelles, le pourcentage d'Insectes paralysés ou morts serait plus faible que celui obtenu au laboratoire ; par ailleurs, les entomophages dont l'activité est réduite par l'action de l'insecticide sont beaucoup plus exposés à être détruits par les prédateurs.

#### F. — DÉTERMINATION DES DATES DES TRAITEMENTS DIRIGÉS CONTRE LES ADULTES

RISBEC (1952 *a, b, c*) a donné plusieurs formules ayant pour but de déterminer l'intérêt économique et la date du premier traitement d'après le pourcentage de femelles mûres, les nombres moyens de charançons par pied, de pieds de Colza à l'hectare, de siliques par pied ; ces divers chiffres sont très difficiles à fixer d'une façon assez précise ; ils varient considérablement suivant le moment des relevés et les observateurs ; ces éléments étant multipliés entre eux, le chiffre final fourni par la formule peut varier dans de très grandes limites.

La lutte contre le Charançon des siliques est extrêmement difficile pour les raisons suivantes :

1. — Le Charançon fait preuve d'une résistance remarquable vis-à-vis des insecticides.

2. — La reprise d'activité s'échelonne sur une longue période qui peut atteindre plusieurs semaines.

3. — Il est capable effectuer des déplacements importants et peut donc, en partant d'un champ non traité, envahir brusquement une culture qui a été traitée depuis quelque temps.

4. — Quelques jours après son arrivée dans une culture, il se dissémine dans toute la masse foliaire et florale du Colza, ce qui réduit fortement les possibilités de contact du Charançon avec l'insecticide.

5. — Il envahit le plus souvent les cultures au moment où celles-ci ont une haute taille et un grand nombre de fleurs ouvertes. Le passage de l'appareil de traitement est, en conséquence, difficile ; les appareils courants détruisent une grosse quantité de fleurs ou de boutons et les roues blessent le pied des plantes.

6. — Les traitements étant généralement appliqués lorsqu'il y a un grand nombre de fleurs épanouies, les pétales s'opposent à la pénétration de l'insecticide dans la masse de la plante et reçoivent la majeure partie de la substance toxique ; comme la durée de la floraison n'excède pas 24 heures cela signifie que le lendemain du traitement, 60 à 95 p. 100 de l'insecticide est tombé sur le sol avec les pétales.

7. — Les traitements étant appliqués sur des Crucifères en fleurs, qui sont très recherchées par les abeilles, il ne peut être envisagé durant la période de pleine floraison, l'emploi de substances toxiques pour les abeilles.

8. — La première génération de la Cécidomyie des siliques apparaissant généralement au moment de l'arrivée des charançons les plus précoces, il y a lieu de chercher à détruire la Cécidomyie en même temps que le Charançon afin d'éviter l'application simultanée de deux traitements.

L'arrêté du 11 janvier 1956, article 6, mentionne que les traitements antiparasitaires réalisés au moyen de produits toxiques pour les abeilles sont interdits sur les plantes visitées par les abeilles pendant la période de « pleine floraison », c'est-à-dire, pour les Crucifères oléagineuses, à partir du moment où il y a plus de 100 fleurs ouvertes au m<sup>2</sup>.

En prenant comme variété de référence celle qui est la plus couramment employée en France, la variété Alsace, on peut dire en se basant sur les observations poursuivies dans la région parisienne de 1951 à 1956 que le traitement principal devra pratiquement être toujours réalisé en période de « pleine floraison », autrement dit avec un produit peu dangereux pour les abeilles.

Un traitement général de la culture étant onéreux (son coût est sensiblement celui d'un quintal de Colza) il ne peut être envisagé qu'un seul traitement général, d'autant plus qu'un second traitement, réalisé avec des appareils terrestres, occasionnerait des dommages importants aux plantes en raison de sa tardivité.

La détermination de la période optimum de traitement repose sur les considérations générales suivantes :

1. — L'arrivée des charançons dans les cultures se fait d'une façon plus ou moins échelonnée suivant les conditions climatiques : si la terre est suffisamment humide et le mois d'avril chaud, la reprise d'activité des charançons sera générale et leurs déplacements auront lieu en peu de jours ; si le sol est sec ou s'il ne se produit pas durant la seconde quinzaine d'avril plusieurs journées avec des températures maxima égales ou supérieures à 17,5°, l'arrivée des Insectes va se poursuivre durant la majeure partie du mois de mai. Dans le premier cas, la contamination des cultures par les charançons sera brutale et intense ; le traitement pourra être relativement précoce, il sera fait sur des plantes n'ayant pas encore atteint un grand développement et présentant un petit nombre de fleurs ouvertes ; c'est dans ces conditions que le traitement sera le plus efficace.

Dans le second cas, le traitement devra être retardé au maximum, mais en raison du développement des plantes et de l'augmentation progressive du nombre des fleurs, on sera dans l'obligation de l'effectuer avant la date optimum et son efficacité sera limitée.

2. — La limite postérieure de la période optimum de traitement sera celle où la ponte est commencée et encore très faible.

3. — Nous avons vu que les charançons qui viennent d'arriver sur une culture de Crucifères se tiennent pendant quelques jours sur le sommet des hampes florales puis se dispersent dans toute la plante ; les probabilités de contact avec l'insecticide diminuent donc progressivement.

4. — Les charançons les plus précoces sont parasités dans une proportion importante par *Perilitus melanopus* RUTHE, les *Trichomalus perfectus* adultes volent entre le 10 avril et les premiers jours de mai.

5. — Les morsures nutritives sur les siliques de 50-60 mm entraînent la destruction d'une proportion assez élevée de graines.

Ces divers éléments sont, pour une part, contradictoires et on est donc amené à rechercher un moyen terme.

Si nous prenons à titre d'exemple les années 1953 et 1954, nous voyons que les principales particularités biologiques peuvent être résumées comme suit (fig. 23, 26 et 50). (Voir pages précédentes.)

D'après l'examen de ces données, on peut conclure que la période optimum des traitements se situait vers le 1-5 mai 1953 et le 5-10 mai 1954.

	1953.	1954.
Premières sorties des charançons.....	24 mars	30 mars
Nombre maximum charançons sur hampes.	27-30 avril	30 avril-10 mai
Premiers œufs mûrs dans le calice.....	21 avril	5 mai
Période d'existence de charançons parasités par <i>Perilitus</i> .....	27 mars-3 mai	30 mars-11 mai
Période de vol des <i>Trichomalus</i> .....	10-30 avril	22 avril-15 mai
Floraison généralisée (Colza Alsace).....	26 avril	24 avril

Ce traitement ne détruira qu'une fraction plus ou moins élevée des charançons existant dans le champ en raison de la surface considérable des plantes, de la chute des pétales ayant reçu l'insecticide, de la petitesse du Charançon. Il ne permettra pas d'atteindre la plupart des charançons qui sont arrivés dans le champ plusieurs jours avant le traitement ni ceux qui y parviendront 5 à 8 jours plus tard. Il sera par ailleurs trop tardif pour atteindre la première génération de cécidomyies qui vole en général entre le 20-23 avril et les premiers jours de mai.

Ce traitement général pourra, par conséquent, être complété par 1 ou 2 traitements limités au pourtour du champ sur une largeur de 10 à 30 mètres. Le premier traitement aura pour but de détruire les cécidomyies et les charançons les plus précoces qui s'abattent sur le bord du champ avant de se disséminer dans l'ensemble de la culture ; pour la région parisienne, il sera appliqué en moyenne aux environs du 25 avril. Ce traitement sera fait de préférence avec un produit à action persistante ; les pulvérisations seront donc préférables aux poudrages.

Si la culture présente en moyenne plus de 100 fleurs par m<sup>2</sup>, on sera dans l'obligation d'utiliser un insecticide sans danger pour les abeilles ; dans le cas contraire, on pourra employer la dieldrine, l'H. C. H. ou le lindane en suspension, l'oléoparathion, aux doses préconisées pour la destruction des charançons. Ce traitement précoce présente l'inconvénient d'amener la mort des charançons parasités par *Perilitus* ; mais les traitements par pulvérisation agissant d'une façon assez lente, la plupart des larves de *Perilitus* pourront terminer leur développement. Les *Trichomalus* seront très faiblement affectés par ce traitement, car ils ne seront pas encore parvenus sur la culture au moment de l'exécution du traitement.

Le second traitement de bordure sera fait 7 à 10 jours après le traitement général. Il sera plus spécialement avantageux quand les conditions climatiques du mois d'avril n'auront pas assuré la sortie généralisée et les déplacements massifs des charançons. En raison du grand développement des tiges latérales du Colza, il sera difficile de faire passer un pulvérisateur ou même une poudreuse dans la culture. Le mieux serait, dans ce cas, d'employer soit une motopoudreuse montée sur un véhicule très léger remorqué par un cheval ou portée par 2 hommes, soit une poudreuse ou un pulvérisateur puissants qui se déplaceraient sur le pourtour du champ et qui pourraient projeter l'insecticide sur une profondeur de 15 à

30 m ; les appareils de nébulisation présentent un grand intérêt en l'occurrence à la condition que la dissémination du brouillard ne soit pas entièrement tributaire du vent. Le Colza étant en pleine floraison, il ne pourra être utilisé que des insecticides peu dangereux pour les abeilles.

J'ai indiqué à plusieurs reprises l'importance qu'il y avait lieu d'attacher à la température maximum au moment du traitement et dans les heures qui suivaient celui-ci ; les charançons ne circulent activement qu'à une température supérieure à 15° et l'efficacité des insecticides augmente fortement avec la température. Ceci est particulièrement accusé avec le toxaphène dont l'action ne se manifeste qu'à partir de 16° mais qui n'est vraiment satisfaisante qu'aux températures égales ou supérieures à 18°. Dans les limites de la période optimum de traitement, la pulvérisation ou le poudrage seront donc exécutés dès qu'il sera probable que la température maximum atteindra 18° ; le traitement sera à faire de préférence dans la matinée afin que les Insectes puissent circuler pendant plusieurs heures sur les portions des plantes recouvertes d'insecticide.

Une protection satisfaisante des cultures ne peut être assurée qu'à la condition que tous les cultivateurs d'une commune et, si possible, de communes limitrophes, s'astreignent à traiter toutes leurs cultures et sensiblement en même temps ; si cela n'est pas fait, les Insectes se déplacent des cultures non traitées vers les champs traités et les dégâts sont sensiblement les mêmes dans les deux cas, ainsi que cela a pu être constaté en 1952 et 1953. Afin d'éviter des discussions entre les cultivateurs, il a été rédigé l'arrêté du 6 juillet 1953 qui prescrit que les traitements seront obligatoires dans certaines régions de plusieurs départements.

## G. — APPAREILS DE TRAITEMENTS

L'emploi d'insecticides non ou faiblement toxiques pour les abeilles permet aux cultivateurs d'effectuer leurs traitements aux jours qui leur conviennent le mieux. La période optimum des traitements de bordure et surtout du traitement généralisé est courte et, durant la première décade de mai, il n'y a souvent qu'une à trois journées chaudes ensoleillées ; cela revient à dire que le cultivateur doit disposer d'un matériel de traitement lui permettant de traiter toutes ses cultures de Colza d'hiver en deux jours.

Il est donc indispensable que les producteurs de Colza aient à leur disposition un matériel très puissant, adapté au traitement de plantes ayant une hauteur de 1 m à 1,25 m et dont les roues sont suffisamment étroites pour passer entre les lignes de Colza sans écraser la base des plantes ; les tracteurs doivent également être munis de pneus de faible épaisseur. Cela conduit à porter l'écartement des rangs jusqu'à 28 ou 30 cm.

Il existe à l'heure actuelle très peu de poudreuses ou de pulvérisateurs présentant ces caractéristiques : depuis 1955, quelques constructeurs ont conçu des appareils assez satisfaisants et appartenant à 3 types différents.

Les appareils portatifs sont munis d'un moteur à essence très léger, d'une puissance de 1,25 à 1,5 CV, qui projette la poudre à une distance de 10 à 20 m : ils sont placés sur un véhicule très léger ou sur un bât porté par deux hommes. Il existe également des appareils de nébulisation portés par un homme. Ces appareils peuvent traiter 1 à 2 ha à l'heure.

Les enjambeurs sont le plus souvent des poudreuses ou des pulvérisateurs utilisés pour la protection des vignobles et dont le châssis a été surélevé à 1 m ou 1,30 m au-dessus du sol en vue du traitement du Colza.

La troisième catégorie est constituée par des appareils très puissants qui peuvent projeter l'insecticide sur une largeur de 40-50 m ce qui leur permet de traiter 20 ha à l'heure : les roues de ces appareils écrasent les plantes mais les pertes sont relativement faibles eu égard à la largeur de la bande traitée.

Une forte proportion de cultivateurs préfèrent avoir recours à des entreprises de traitements disposant d'appareils terrestres très puissants ou d'appareils aériens : hélicoptères ou avions. En raison des importantes surfaces qu'ils ont à traiter et de la fréquence des intempéries, les entrepreneurs sont dans l'impossibilité de traiter toutes les cultures à la période optimum et sous des conditions climatiques satisfaisantes : en conséquence l'efficacité des traitements est généralement médiocre : ces inconvénients sont encore plus accusés avec les hélicoptères et les avions. En outre une importante proportion de la poudre est emportée par le vent : les poudres fabriquées pour les traitements par appareils terrestres ne conviennent pas toujours pour les traitements par appareils aériens et une importante proportion de la poudre est emportée par le vent : d'après RUCOUREL, VIEL et CHEVRIER (1953) la quantité de poudre restant sur la parcelle à traiter par rapport à la quantité répandue par avion varie de 4 à 33 p. 100.

Il serait souhaitable que les producteurs de Colza d'une ou d'un petit nombre de communes se groupent pour l'achat d'appareils bien conçus pour le traitement du Colza : les sociétés coopératives de traitements présentent, en l'occurrence, un grand intérêt.

Les insecticides pourront être employés sous la forme de poudrages, de pulvérisation ou de nébulisation. Les poudrages permettent de traiter rapidement de grandes surfaces et nous avons vu précédemment que le nombre de jours favorables pour les traitements est très faible ; ils ont un effet de choc beaucoup plus marqué que les pulvérisations mais

leur persistance d'action n'est que de quelques jours et la poudre peut même être enlevée en quelques heures par la pluie ou un vent violent.

Les pulvérisations ordinaires exigent souvent 600 à 800 l d'eau à l'hectare ce qui nécessite d'importants moyens de traction pour le transport de l'eau jusqu'au champ ; les pulvérisateurs ordinaires, étant très lourds, il est difficile de surélever le châssis. C'est pourquoi la pulvérisation pneumatique qui n'utilise que 200 à 300 l de liquide (il semble, en ce qui concerne le Colza, que la dispersion de l'insecticide est insuffisante avec une plus faible quantité d'eau à l'hectare) et surtout les appareils de nébulisation sont appelés à rendre de grands services pour le traitement des Crucifères oléagineuses à la condition qu'ils soient l'objet de diverses améliorations.

### CONCLUSIONS

Le Charançon des siliques (*Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK.) est une espèce vraisemblablement indigène qui, jusqu'en 1949 n'était nuisible, et de façon irrégulière, qu'aux cultures grainières de Crucifères maraichères. Il est vraisemblable qu'il a été très nuisible autrefois aux cultures de Colza et de Navette mais l'on ne possède pas de données précises sur ce point.

Il a été observé en petit nombre en 1950 dans les cultures de Colza du bassin parisien et a pullulé en 1951 dans les départements de la Somme, de l'Aisne, de l'Oise, de la Seine-et-Oise, de la Seine-et-Marne et de l'Eure-et-Loir ; les rendements ont été abaissés de 30 à 40 p. 100 ; au cours des années suivantes, il s'est multiplié dans la quasi totalité des cultures de Colza et de Navette d'hiver ou de printemps à l'exception des régions bénéficiant d'un climat maritime.

Les recherches qui font l'objet du présent mémoire ont été faites, de 1951 à 1956, dans la région parisienne ; des essais de traitements ont été réalisés dans les départements de la Somme, de l'Oise, de l'Aisne, de l'Eure-et-Loir, de la Seine-et-Oise, de la Seine-et-Marne et de la Marne.

Plusieurs Insectes nuisibles aux Crucifères oléagineuses reprennent leur activité au printemps.

Le plus précoce est le gros Charançon de la tige du Colza, *Ceuthorrhynchus napi* GYL., qui est trouvé dans les cultures de Colza ou de Navette entre le 8 février (1955) et le 20 mars (1951) ; viennent ensuite les méligèthes qui apparaissent entre le 11 mars (1954) et le 5 avril (1951), *Ceuthorrhynchus quadridens* PANZ. observé entre le 23 mars (1953) et le 8 avril (1952).

Le charançon des siliques hiverne sous les buissons, dans les herbes mortes bordant les chemins et les fossés d'écoulement des eaux, dans les terres qui sont fraîches et meubles, mais non trop humides, au moment

où cesse son activité c'est-à-dire, pour la majorité des Insectes, entre le 20 juillet et le 10 août. Les charançons les plus précoces sont trouvés entre le 24 mars (1952) et la fin de la première décade d'avril. Quelques charançons hivernant en des lieux ensoleillés peuvent quitter leur retraite hivernale lorsque la température maximum à 2 m sous abri n'est que de 8-9°.

Pour qu'il y ait une sortie généralisée et précoce deux conditions doivent être réunies :

1) Une certaine humidité du sol et, d'une façon plus générale, du milieu où se trouvent les charançons afin que les tissus de ces derniers aient une teneur satisfaisante en eau ; il est donc nécessaire qu'il y ait des précipitations importantes dans la seconde quinzaine de mars et la première quinzaine d'avril.

2) Une période chaude et ensoleillée à la fin du mois de mars ou dans le courant de la première décade d'avril ; la sortie est importante lorsqu'il est enregistré à 2 m sous abri des températures maxima égales ou supérieures à 15° pendant plusieurs jours.

Les Insectes qui viennent d'abandonner leur retraite hivernale se déplacent peu, en marchant ou en volant, et recherchent les fleurs ou les feuilles de Crucifères du voisinage. Deux à plusieurs jours plus tard, ils sont capables d'effectuer des déplacements importants et d'envahir brusquement les cultures de Navette ou de Colza d'hiver. Ces déplacements sont sous la dépendance de la température, de l'ensoleillement et du vent ; ils ont lieu lorsque la température maximum est égale ou supérieure à 17,5° ; les vents forts gênent les vols, l'ensoleillement les favorise.

Les arrivées maxima d'Insectes dans les cultures ont été observées le 19 avril 1951, le 16-21 avril 1952, le 20-26 avril 1953, le 23-30 avril 1954, et le 28 avril-10 mai 1955. S'il survient à la fin avril ou au début de mai des journées très chaudes, les arrivées des Insectes dans les champs peuvent être pratiquement terminées à la mi-mai mais si la température maximum est rarement supérieure à 17,5°, ou si le vent est fort, ou encore dans le cas de sécheresse, les « invasions » des cultures peuvent se poursuivre jusqu'à la fin juin et même au-delà.

Dans les quelques jours qui suivent leur arrivée dans les Crucifères cultivées, les charançons se tiennent principalement au sommet des hampes florales ; par la suite, ils se répartissent dans toute la plante où ils trouvent un nombre progressivement croissant de boutons floraux ; ils seront alors beaucoup moins facilement atteints par les traitements insecticides.

L'évaluation de l'importance des vols « d'invasion » des cultures et de la densité de population des charançons peut être faite de 3 façons : par la numération des Insectes se trouvant sur les hampes florales prin-

ciales, par la récolte des charançons à l'aide d'un filet-faucheur et enfin par l'emploi de bacs-pièges dont le fond est coloré en jaune.

Les trois techniques ne correspondent pas aux mêmes données et ne donnent donc pas des résultats similaires ; les chiffres qu'elles fournissent présentent cependant une concordance satisfaisante au moment de la période d'invasion lorsque les bacs-pièges sont disposés sur le pourtour des champs et que les relevés par les deux autres méthodes sont limités au périmètre des cultures. La méthode des bacs-pièges présente divers avantages : les notations peuvent être faites en dehors des heures normales de travail, le matin ou le soir, et elle élimine les importantes causes d'erreurs dues aux diverses façons de procéder des observateurs qu'offrent les deux autres techniques.

Les morsures nutritives sont d'abord faites sur les boutons floraux et les jeunes feuilles puis sur les jeunes siliques et enfin sur les siliques de toutes dimensions.

Les femelles ne représentent que 22 à 37 p. 100 de la population totale ; les accouplements sont très fréquents dès l'arrivée des charançons dans les champs de Crucifères. Les ovarioles ne sont guère plus développés qu'au mois d'août de l'année précédente et ne comprennent que le germarium ; le vitellarium se développe rapidement et la longueur totale des ovarioles passe de 800  $\mu$  à 2 500-3 910  $\mu$ . La température constante seuil de développement des ovaires est de 9°.

Des élevages au laboratoire et en plein air ont montré que la croissance des ovarioles se fait de façon très irrégulière suivant les individus.

Les premiers œufs mûrs dans le calice ont été trouvés entre le 21 avril (1953) et le 10 mai (1956) mais il a été récolté jusqu'à la mi-juillet des femelles dont les ovaires n'avaient pas encore produit d'œufs.

Dans les élevages faits au laboratoire, la fécondité maximum a été de 241 œufs et la longévité maximum de 125 jours ; la fécondité moyenne a été de 77 œufs et la longévité moyenne de 69 jours. En plein air, la fécondité moyenne est de 24 œufs.

La fécondité et la longévité sont fortement diminuées lorsque les charançons se nourrissent uniquement de siliques. Les œufs sont déposés exclusivement dans les fruits ; la ponte peut être faite dans les siliques de toutes les dimensions mais ce sont les fruits d'une longueur de 20 à 60 mm qui reçoivent le maximum de pontes ; les siliques de Colza sont préférées à celles de la Navette.

Suivant les conditions climatiques, ce sont les Colzas précoces ou tardifs qui reçoivent le plus de pontes. Lorsque la floraison du Colza d'hiver est terminée, les charançons se portent dans une forte proportion sur les Colzas de printemps ; les morsures nutritives peuvent occasionner des pertes importantes mais les dégâts larvaires sont très faibles.

La durée moyenne de l'incubation est de 10-12 jours en mai et celle

du développement larvaire de 22-26 jours ; entre la migration larvaire et l'apparition des adultes, il s'écoule de 12 jours à la température constante de 25,5° à 50 jours à la température constante de 12° ; en plein air, les adultes apparaissent en moyenne 69 jours après la ponte. Ils ont été observés à partir du 29 juin (1953) au 12 juillet (1951) ; ils se nourrissent des tissus jeunes de Crucifères cultivées ou sauvages et peuvent détruire ou léser une forte proportion des graines de colzas ou de navettes de printemps.

Les charançons commencent à gagner leurs abris d'hiver entre le 10 juillet (1952) et le 15 août (1951) mais il peut être trouvé quelques exemplaires jusqu'à la mi-octobre.

Il n'a pu être évité le déclenchement de la diapause bien que l'on ait fait intervenir une courte photopériode, une humidité relative élevée, une température basse et que les Insectes aient été alimentés avec des boutons floraux ou de jeunes siliques.

Les froids rigoureux ou prolongés (hiver 1955-1956) n'augmentent pas la mortalité hivernale du charançon ; une terre sèche en surface au moment de la chute des larves sur le sol ou de l'éclosion des adultes peut occasionner jusqu'à 70 p. 100 de mortalité. Les orages survenant au moment de l'apparition des jeunes adultes peuvent en détruire une assez forte proportion ; les hivers et les printemps très humides, les climats maritimes et les vents forts leur sont défavorables.

20 p. 100 des larves en moyenne meurent à l'intérieur des siliques de Colza d'hiver pour des causes non parasitaires ; la proportion est plus élevée chez d'autres Crucifères et est en relation avec l'anatomie des siliques.

Plusieurs Hyménoptères, parasites imaginaires, larvaires ou embryonnaires ont été observés : les plus importants sont *Perilitus melanopus* RUTHE et *Trichomalus perfectus* WALK.

Les morsures nutritives détruisent de jeunes graines dans des proportions extrêmement variables suivant l'espèce de Crucifère et la dimension des siliques au moment de l'arrivée massive des charançons ; peu après les vols, il peut y avoir 15 à 20 p. 100 de jeunes graines détruites mais les pertes diminuent rapidement par la suite. Par ailleurs, les dégâts ne sont graves que sur les graines ayant presque atteint leur taille définitive mais qui ne sont pas encore à l'état laitieux.

Les dégâts larvaires peuvent également différer dans de très larges limites suivant l'espèce ou la variété de Crucifère attaquée, le nombre moyen de larves par silique, la longueur de la silique au moment de la ponte et la vitesse de croissance de la silique ; les dégâts ont été en moyenne de 2,5 graines détruites par larve et les pourcentages de graines détruites dans des champs traités de façon insuffisante ont varié de 8 p. 100 à 15 p. 100 ; ils sont beaucoup plus importants si les mois de juin et de juillet

sont pluvieux et peuvent atteindre, ainsi que cela a été observé en 1951, 30 à 60 p. 100.

La ponte de la Cécidomyie des siliques est facilitée par l'existence de morsures nutritives, de trous de pontes ou d'orifices de sortie des larves de charançons ; la destruction de ces derniers permet donc de réduire les pertes occasionnées par la Cécidomyie.

**Moyens de lutte.** *Méthodes culturales.* — Le déchaumage du Colza immédiatement après la récolte et la destruction des Crucifères sauvages permettent de réduire les réserves grasses des charançons et d'augmenter la mortalité des Insectes les plus tardifs au cours de l'hibernation.

L'emploi de variétés sélectionnées en vue d'une courte période de floraison, et surtout d'une floraison plus tardive, constitue le moyen de lutte le plus intéressant de tous ; il diminuerait la pullulation des charançons, rendrait difficile la ponte de la première génération de la Cécidomyie des siliques et faciliterait considérablement l'application des traitements insecticides.

*Les moyens mécaniques de lutte n'offrent aucun intérêt.*

*Le traitement du sol est peu actif et onéreux.*

Les traitements dirigés contre *les œufs ou les larves* sont d'une réalisation très difficile en grande culture mais ils peuvent être envisagés sur de petites parcelles sous la forme de pulvérisations de parathion, de lindane ou de toxaphène à la condition d'appliquer d'importantes quantités de bouillie et de faire 2 ou 3 traitements ; à l'exception du toxaphène, les traitements doivent être faits à la fin de la floraison lorsqu'il y a moins de 100 fleurs au m<sup>2</sup> afin de ne pas intoxiquer les abeilles.

*Les traitements contre les adultes* sont, en fin de compte, les seuls qui puissent être envisagés en grande culture mais leur réalisation offre beaucoup de difficultés de divers ordres.

1. — Les charançons sont extrêmement résistants vis-à-vis de tous les insecticides anciens ou récents ; l'arrivée des charançons dans les cultures de Colza a lieu d'une façon échelonnée.

2. — Les traitements sont réalisés au cours d'une période où la température est assez basse et les précipitations fréquentes.

3. — Ils ont lieu lorsqu'un grand nombre de fleurs sont épanouies ; les abeilles qui sont très avides des fleurs de Colza peuvent donc s'intoxiquer ; on a donc été amené à n'employer que des substances peu dangereuses pour les abeilles.

4. — Le Colza étant d'une hauteur de 1 m à 1,20 m au moment des traitements, l'application des poudres ou des pulvérisations est difficile : il n'existe pas d'appareils de traitements bien adaptés, les Insectes étant disséminés dans la masse de la plante ont relativement peu de chances d'être atteints, l'insecticide est réparti principalement sur les fleurs étalées qui tombent moins de 24 heures plus tard.

5. — Les attaques de la Cécidomyie des siliques étant liées pour une part aux dégâts occasionnés par les Charançons, il est avantageux de détruire la Cécidomyie en même temps que les charançons.

De nombreux essais de laboratoire et de plein champ ont été faits en vue de déterminer l'efficacité des divers insecticides, la rapidité et la persistance d'action, l'influence de la température.

Les produits les plus efficaces sont : la dieldrine en pulvérisation, le parathion en poudrage ou en pulvérisation, le toxaphène en poudrage ou en pulvérisation, l'H. C. H. et le lindane en poudrage ou en pulvérisation. Le parathion méthylé en poudre à 2 p. 100 est la substance ayant l'action la plus rapide. La dieldrine et le toxaphène en pulvérisation sont les insecticides les plus persistants.

La sensibilité des charançons vis-à-vis des insecticides augmente avec l'âge ; les jeunes adultes qui apparaissent en juillet sont beaucoup plus résistants que les adultes hivernant peu après la reprise de l'activité.

La nature de la charge, les caractéristiques physiques de la poudre modifient fortement l'efficacité des poudres à base de substances qui, comme le toxaphène, ont une action insecticide faible, ce qui rend nécessaire l'emploi de poudres à haute teneur en MA ; le mélange de l'insecticide et de la charge étant difficile, l'efficacité du produit commercial pourra varier dans de très fortes proportions, à quantité égale de MA. C'est pour cette raison que les poudres à base de toxaphène préparées à l'étranger et en France jusqu'à la fin de l'année 1954 n'ont pas donné de résultats satisfaisants.

Les essais de traitements de plein champ réalisés en 1954 sur d'importantes surfaces avec des appareils terrestres et des hélicoptères ont montré que les pulvérisations de dieldrine à 500 g. MA/ha étaient les plus efficaces, quelle que soit la température ; lorsque les traitements étaient faits les jours où la température maximum était inférieure à 15°, le lindane en poudrage ou en pulvérisation était plus efficace que le parathion mais ce dernier donnait de meilleurs résultats lorsque la température maximum était supérieure à 16°.

En 1955, il a été essayé des préparations nouvelles : poudres à 20 et 10 p. 100 de toxaphène et toxaphène en solution émulsionnable. Le toxaphène a donné de bons résultats lorsque la température maximum a été au moins égale à 18°, ce qui est relativement rare durant la première décade de mai dans la région parisienne ; les doses de MA de toxaphène en pulvérisation les plus recommandables varieront de 3 750 g à 4 500 g suivant que la température sera élevée ou basse.

En poudrage, les produits à 10 p. 100 font preuve d'une bonne efficacité si le traitement est fait par temps chaud ; par temps froid, les poudres à 20 p. 100 donnent des résultats plus constants, mais il semble que l'on puisse améliorer les caractéristiques physiques de ces poudres ; dans

ces conditions, des poudres à 15-20 p. 100 de MA à la dose de 20 à 25 kg de poudre à l'hectare donneraient des résultats satisfaisants et relativement réguliers. La persistance d'action a varié, suivant les conditions climatiques, de 7 à 13 jours pour le toxaphène en pulvérisation et de 5 à 10 jours pour le toxaphène en poudre à 20 p. 100 de MA.

Les produits à base de polychlorocamphène et de pyrénone ont donné des résultats insuffisants ; il est possible qu'une amélioration de leur fabrication augmente leur efficacité ainsi que cela a été obtenu avec le toxaphène.

Il est conseillé d'appliquer sur les cultures de Colza d'hiver :

1) Un traitement de bordure (aux environs du 25 avril pour la région parisienne) sur une largeur de 10 à 30 m afin de détruire les charançons les plus précoces et les cécidomyies ; suivant que la densité florale sera inférieure ou supérieure à 100 fleurs ouvertes par m<sup>2</sup>, on utilisera des produits dangereux pour les abeilles (dieldrine, H. C. H., lindane ou parathion en poudrage et de préférence en pulvérisation) ou non (toxaphène). Ce traitement ne se justifie que dans les cultures où d'importants dégâts de cécidomyies sont à redouter ou lorsque l'arrivée des charançons est précoce et assez importante.

2) Un traitement général qui sera presque toujours appliqué lorsque la densité florale sera supérieure à 100 fleurs au m<sup>2</sup> : il ne pourra donc être employé qu'un produit non toxique pour les abeilles.

La date de ce traitement variera suivant les conditions climatiques ; pour la région parisienne, elle se situera généralement dans la première décade de mai.

3) Un traitement de bordure avec des produits non toxiques pour les abeilles, qui aura lieu 7 à 10 jours après le traitement général ; ce traitement de bordure sera plus spécialement recommandable lorsqu'il n'y aura pas eu jusqu'à la mi-mai plusieurs journées avec des maxima supérieurs à 18°.

Une très grande importance doit être attachée à la température maximum dans les heures qui suivent le traitement ; les charançons ne se déplacent activement qu'à une température au moins égale à 15° ; le toxaphène n'agit qu'à partir de 16° et n'a une efficacité satisfaisante qu'aux températures égales ou supérieures à 18°.

Il est indispensable d'utiliser des appareils bien adaptés au traitement du Colza, c'est-à-dire permettant de passer dans la culture lorsque les plantes ont une hauteur de 1 m à 1,20 m sans endommager ni la base des plantes ni les fleurs.

Pour la petite culture, la solution réside probablement en l'emploi de poudreuses de faible poids munies d'un petit moteur à essence et placées sur un bâti porté par deux hommes ou sur un support léger remorqué par un cheval.

Pour la grande culture, il y a un choix à faire entre la pulvérisation, la nébulisation et le poudrage mais, dans tous les cas, l'appareil doit être monté sur un bâti spécial et le tracteur doit également être surélevé ; l'appareil et le tracteur doivent être munis de roues étroites, d'assez grand diamètre et à écartement variable. Pour réduire les lésions sur les plantes, les semis seront faits à un écartement de 28 à 30 cm.

Le poudrage a une persistance d'action inférieure à la pulvérisation ou à la nébulisation mais il permet de traiter rapidement des surfaces importantes ; la pulvérisation nécessite de grandes quantités d'eau, les appareils sont lourds et il est difficile, par conséquent, de les placer sur des bâtis élevés. Le traitement par nébulisation semble être celui qui est le mieux adapté à la protection des Crucifères oléagineuses mais il est indispensable qu'il soit apporté de grosses améliorations aux appareils actuels.

Les traitements par appareils aériens présentent divers inconvénients qui ont été indiqués p. 526 ; l'hélicoptère muni d'un appareil à nébulisation serait vraisemblablement la meilleure formule.

## RÉSUMÉ

Le Charançon des siliques a brusquement pullulé dans les cultures de Crucifères oléagineuses en 1951 et a occasionné des pertes de rendement de 30 à 40 p. 100. Les charançons les plus précoces sont observés dans la région parisienne entre le 24 mars et le 10 avril suivant les conditions climatiques ; la reprise d'activité est conditionnée par une humidité suffisante des lieux d'hivernation et une température maximum au moins égale à 15° pendant plusieurs jours. Les vols massifs ont lieu lorsque la température maximum est égale ou supérieure à 17,5° (à 2 m sous abri). En raison de la variété des abris hivernaux, l'arrivée des charançons sur les cultures de Crucifères oléagineuses s'échelonne sur plusieurs semaines.

Les femelles ne représentent que 22 à 37 p. 100 de la population totale ; la ponte commence entre le 21 avril et le 10 mai ; au laboratoire la fécondité maximum a été de 241 œufs et la longévité moyenne de 69 jours ; dans les conditions naturelles, la fécondité moyenne est de 24 œufs. La ponte est faite exclusivement dans les siliques et les fruits de 8 à 80 mm peuvent recevoir des œufs ; ce sont les fruits d'une longueur de 20 à 60 mm qui reçoivent le maximum de ponte.

De la ponte à l'apparition des adultes, il s'écoule 69 jours en moyenne ; les adultes commencent à apparaître entre le 29 juin et le 12 juillet ; ils se nourrissent pendant quelques jours des tissus jeunes des Crucifères sauvages ou cultivées puis gagnent leurs abris d'hiver ; il n'y a qu'une génération par an.

Divers facteurs limitent la pullulation des charançons : la texture du sol au moment de la migration larvaire, les fortes pluies survenant lors de l'apparition des jeunes adultes, plusieurs espèces d'Hyménoptères parasites imaginaux larvaires ou embryonnaires ainsi que quelques espèces appartenant à d'autres ordres.

Le Charançon est nuisible aux Crucifères oléagineux sous la forme adulte par les morsures nutritives qui détruisent les jeunes ovules et sous la forme larvaire : si l'été est sec, chaque larve détruit en moyenne 2,5 graines de Colza ; par temps humide, les pertes sont augmentées par le développement de champignons. Il favorise les pontes de la Cécidomyie des siliques.

Les méthodes de lutte qui peuvent être envisagées sont de divers ordres : la plus intéressante est la création de variétés de Colza d'hiver qui présenteraient 100 fleurs au m<sup>2</sup> vers le 5 mai et dont la floraison serait échelonnée sur une courte période afin que la récolte ait lieu sensiblement à la même date que celle des variétés du type « Alsace ».

Les moyens mécaniques, le traitement du sol et les traitements ovicides ou larvicides ne présentent pas d'intérêt.

Les adultes font preuve d'une résistance remarquable vis-à-vis des insecticides ; les traitements devant généralement être effectués sur des cultures présentant un grand nombre de fleurs ouvertes, l'insecticide est réparti principalement sur les pétales des fleurs qui tombent 24 heures plus tard de sorte que la majeure partie de l'insecticide est perdue. Les abeilles recherchant avidement les fleurs de Colza, on est dans l'obligation d'employer des produits peu dangereux pour les abeilles, lorsque les Crucifères sont, d'après la définition légale en « pleine floraison » c'est-à-dire ont plus de 100 fleurs au m<sup>2</sup>.

Il est recommandé d'appliquer les traitements suivants :

— Un traitement de « bordure » sur une largeur de 10 à 30 m aux environs du 25 avril pour détruire les charançons les plus précoces et la première génération de Cécidomyie avec de la dieldrine, de l'H. C. H., du lindane, du parathion, du toxaphène en poudrage ou, de préférence, en pulvérisation.

— Un traitement général (première décade de mai) avec un produit non toxique pour les abeilles ; actuellement, seul le toxaphène est autorisé (1) ; on utilisera des poudres à 15-20 p. 100 de MA ou du toxaphène en solution émulsionnable, en pulvérisation ou en nébulisation.

— Eventuellement, un traitement de bordure 7 à 10 jours après le traitement général avec du toxaphène en poudrage, pulvérisation ou nébulisation.

Ces traitements seront faits de préférence dans la matinée d'une journée où la température maximum sera vraisemblablement au moins égale à 18°.

*Reçu pour publication le 4 mars 1957.*

(1) L'emploi des produits à base de polychlorocamphène et de pyrène a été récemment autorisé.

# RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANDERSON (L. D.) and TUFT (T. O.). — Toxicity of several new insecticides to Honey Bees. *J. Ec. Ent.*, **45**, 466-69, 1952.
- ANKERSMIT (G. W.). — Over het verband tussen de aantesting door de koolzaadgalmug *Dasyneura brassicae* WINN. (Diptera *Itionididae*) en de koolzaadsnuitkever *Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK. (Col. *Curculionidae*). *Tijdschr. Plantenz.*, **61**, 93-97, 1955.
- ANKERSMIT (G. W.) en NIEUKERKEN (H. D.). — De invloed van temperatuur en wind op het vliegen van de koolzaadsnuitkever *Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK. *Tijdschr. Plantenz.*, **60**, 230-240, 1955.
- ATKINS (R. L.) and ANDERSON (L. D.). — Toxicity of pesticide dusts to Honey Bees. *J. Ec. Ent.*, **47**, 969-972, 1954.
- BAKER (W. W.). — Notes on a European Weevil (*Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK.) recently found in the State of Washington. *Canad. Ent.*, **68**, 191-193, 1936.
- BARGAGLI (P.). — Rassegna biologica di Rincofori europei. *Boll. Soc. Ent. Ital.*, 1885.
- BARNES (H. F.). — Gallmidges of economic importance. Root and vegetable crops. I, 51-55, Crosby Lockwood, Londres 1946.
- BAUERS (C.). — Versuche mit Toxaphen-Staub zur Festellung der Bienengefährlichkeit und der Wirkung gegen Kohlschotenrussler und Rapsglanzkäfer. *Anz. Schadlingsk.*, **27**, 35-36, 1954.
- BERIM (N. G.) and ENDEL'MAN (N. M.). — The physiological resistance of Insects to DDT and BHC and ways of overcoming it. *Ent. Obozr.*, **32**, 15-26, 1952. (R. A. E. 104, 1955).
- BLUNCK (H.). — Ueber die Wirkung arsenhaltiger Gifte auf Oelfruchtschädlinge nach Beobachtungen an der Naumburger Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt. *Verh. Deutsch. Ges. Angew. Ent.*, **3**, 40-55, 1922.
- BLUNCK (H.). — Versuche zur Bekämpfung des Rapsglanzkäfers mit Fangmaschinen. *Zeitschr. Angew. Ent.*, **10**, 56-66, 1924.
- BLUNCK (H.). — Krankheiten und Schädlinge von Raps und Rübsen. *Forschungsdienst*, sonderh., **14**, 1941.
- BLUNCK (H.) and HAHNE (N.). — Fortschritte in der Bekämpfung von Rapskäfern mittels Fangmaschinen. *Fortschr. Landw.*, **4**, 193-199, 1929.
- BONNEMAISON (L.). — Action des températures constantes ou variables sur le développement d'un Hémiptère : *Eurydema ornatum* L. *Ann. Epiph.*, 115-143, 1946.
- BONNEMAISON (L.). — Remarques sur la lutte chimique contre les Mélégièthes. *C. R. Ac. Agric.*, **35**, 426-430, 1949.
- BONNEMAISON (L.). — Les *Ceuthorrhynques* des Crucifères oléagineuses. *Phytoma*, **78**, 6-10, 1951.
- BONNEMAISON (L.). — Essais préliminaires sur les insecticides télétoxiques ou systémiques. *Rev. Path. Veg. Ent. Agric.*, **30**, 3-15, 1951.
- BONNEMAISON (L.). — Les insecticides télétoxiques ou systémiques. *B. T. I.*, **57**, 223-226, 1951.
- BONNEMAISON (L.). — Principaux parasites animaux des Crucifères oléagineuses et méthodes générales de lutte. *Def. Veg.*, **1**, 1-22, 1952.
- BONNEMAISON (L.). — Observations préliminaires sur le Charançon des siliques (*Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK.). *C. R. Ac. Agric.*, **38**, 712-715, 1952.
- BONNEMAISON (L.). — Méthodes de lutte à appliquer contre le Charançon des siliques (*Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK.). *C. R. Ac. Agric.*, **38**, 759-764, 1952.
- BONNEMAISON (L.). — Le Charançon des siliques, ennemi du Colza. État actuel de la question. *Oléagineux*, **9**, 245-250, 1954.

- BONNEMAISON (L.). — Le Charançon des siliques du Colza. *Agriculture*, 67-69, 1955.
- BONNEMAISON (L.). — Remarques sur la protection du Colza contre le Charançon des siliques. *C. R. Ac. Agric.*, **41**, 603-608, 1955.
- BONNEMAISON (L.). — Diverses méthodes de protection des cultures contre les Taupins. *Ann. I. N. R. A., sér. C, Epiph.*, **6**, 329-405, 1955.
- BONNEMAISON (L.) et JOURDHEUIL (P.). — L'Altise d'hiver du Colza. *Ann. de l'I. N. R. A., série C, Epiphyties*, **5**, 345-524, 1954.
- BORNER (C.), BLUNCK (H.), SPEYER (W.) und DAMPF (A.). — Beiträge zur Kenntnis von Massenwechsel (Gradation) schädlicher Insekten. *Arb. Biol. Reichsanst. Land-u. Forstw.*, **10**, 405-466, 1921.
- BREAKEY (E. P.). — Western Washington Experiment Station Entomology. *Bull. Wash. Agric. Exp. Sta.*, **435**, 116-121, 1943.
- BREAKEY (E. P.). — Western Washington Experiment Station Entomology. *Bull. Wash. Agric. Exp. Sta.*, **455**, 117-125, 1944.
- BUHL (C.) und MEYER (E.). — Ein neues Gerät zum Rapskäferfang. *Z. Pflkrank.*, **47**, 34-38, 1937.
- BUHL (C.). — Der grosse Kohltriebrüssler (*Ceuthorrhynchus napi* GYLL.) ein bisher im Glückstädter Gemüseanbaugebiet unbekannter Schädling. *Z. Pflkrankh.*, **59**, 326-334, 1952.
- BUTLER (G. D.) and SHAW (F. R.). — Comparative toxicity of various insecticides to the honey bee. *Gleanings Bee Culture*, **76**, 348-349, 1948.
- CARLSON (E.), BREAKY (E.) and WEBSTER (R.). — Insects injurious to the cabbage seed crop of Northwest Washington. *State Coll. Wash. Agric. Exp. Sta.*, circ. 130, 1945.
- CARLSON (E. C.), LANGE jr. (W. H.) and SCIARONI (R. H.). — Brussels sprouts seed loss in California caused by the Cabbage Seedpod Weevil. *J. Ec. Ent.*, **43**, 389-390, 1950.
- CARLSON (E. C.), LANGE (W. H.) and SCIARONI (R. H.). — Cabbage Seedpod Weevil, new enemy of seed crops of Brussels sprouts and other members of mustard family can be controlled. *California Agriculture*, 10-11, 1951.
- CARLSON (E. C.), LANGE (W. H.) and SCIARONI (R. H.). — Distribution and control of the Cabbage Seedpod Weevil in California. *J. Ec. Ent.*, **44**, 958-966, 1951.
- CHAUVIN (R.). — Sur la claustration des ruches. *L'Apiculteur, sect. Scient.*, août-septembre 1952.
- CROWELL (H. H.). — Cabbage Seedpod Weevil control with parathion. *J. Ec. Ent.*, **45**, 545-546, 1952.
- DEFROMONT (C.). — Effets toxiques prolongés sur les abeilles des traitements sur colza par les esters phosphoriques. *C. R. Ac. Agric.*, **37**, 635-638, 1953.
- DOUCETTE (C. F.). — Field parasitization and larval mortality of the Cabbage Seedpod Weevil. *J. Ec. Ent.*, **41**, 763-765, 1948.
- DOUCETTE (D. F.). — Host plants of the Cabbage Seedpod Weevil. *J. Ec. Ent.*, **40**, 838-840, 1947.
- DELUCCHI (V.) et de GRAHAM (V. M. W. R.). — La révision du genre *Trichomalus* Thomson (1878) (*Chalcidoidea : Pteromalidae*). *Beit. z. Ent.*, **6**, 543-576, 1956.
- DOSSE (G.). — Beiträge zur Bekämpfung des grossen Kohltriebrüsslers (*Ceuthorrhynchus napi* GYLL.) im Kohlbau. *Inst. Pflanz. Landwirtsch. Hochschule Hohenheim*, 82-88, 1948.
- DU COURTIAL (P.). — Le toxaphène dans la lutte contre les parasites du Colza. *Défense des Végétaux*, mars-avril, 15-23, 1955.
- ECKERT (J. E.). — Toxicity of some of the new chemicals to the honeybee. *J. Ec. Ent.*, **41**, 487-491, 1948.
- ECKERT (J. E.). — Determining toxicity of agricultural chemicals to honey bees. *J. Ec. Ent.*, **42**, 261-265, 1949.

- EWART (W. H.), GUNTHER (F. A.), BARKLEY (J. H.) and ELMER (H. S.). — Control of Citrus Thrips with dieldrin. *J. Ec. Ent.*, **45**, 578-593, 1952.
- FALCOZ (L.). — Matériaux pour l'étude des larves de Curculionides. *Ann. Epiph.*, **12**, 109-129, 1926.
- FOCILLON (A.). — Résumé d'une première série d'études sur les insectes qui nuisent aux Colzas. *Rev. Zool.*, **2**, 123, 1852.
- FREY (W.). — Ueber das Auftreten und die Bekämpfung des Kohlschotenrüsslers. *Mitt. Biol. Reichsanst.*, **65**, 75, 1941.
- FREY (W.). — Ueber die Beziehungen zwischen der Wirksamkeit chemischer Bekämpfungsmittel und dem Entwicklungszustand des Rapsglanzkäfers. *Zeitschr. Angew. Ent.*, **31**, 609-616, 1950.
- FREZAL (P.). — Note sur l'action des traitements à base de DDT et de SPC sur les Abeilles. *C. R. Ac. Agric., Fr.*, **33**, 656, 1947.
- FRIEDERICH (K.). — Rapsglanzkäfer und Rapsrüssler. *Anz. Schädlingsk.*, **2**, 140-141, 1926.
- FRITZSCHE (R.). — Untersuchungen zur Bekämpfung des Rapsschädlinge. Beiträge zur Ökologie und Bekämpfung der grossen Rapsstengelrüsslers (*Ceuthorrhynchus napi* GYL.). *Nachricht. Deutsch. Pflanzenschutzd.*, **10**, 97-105, 1956.
- FRÖHLICH (G.). — Zur Frage der biologischen Abhängigkeit der Kohlschoten Gallmücke (*Dasyneura brassicae* WINN.) vom Kohlschotenrüssler (*Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK.). *Beitr. Ent.*, **6**, 100-110, 1956.
- FRÖHLICH (G.). — Zur Biologie und Bekämpfung der Kohlschoten-Gallmücke kheden voor de bestrijding van Koolzaadinsecten. *Med. Landbouwhogesch. Opzeekings Staat, Gent*, **19**, 581-586, 1954.
- FRÖHLICH (G.). — Méthoden zur Bestimmung der Befalls — bzw — Bekämpfungstermine verschiedener Rapsschädlinge, insbesondere des Rapsstengelrüsslers (*Ceuthorrhynchus napi* GYL.). *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd.*, **10**, 48-60, 1956.
- GAHAN (A. B.). — A revision of the parasitic wasps of the genus *Necremmus* THOMPSON (Eulophidae, Hymenoptera). *J. Wash. Acad. Sci.*, **31**, 196-303, 1941.
- GEISLER (E.). — Ausbreitung einiger verbogenlebender Rapsschädlinge in Hessen-Nassau. *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd.*, **3**, 72-73, 1951.
- GLYNNE (J.) and CONNEL (J. U.). — Studies of the toxicity to worker honeybees (*Apis mellifera* L.) of certain chemicals used in plant protection. *Ann. Appl. Biol.*, **41**, 271-279, 1954.
- GLYNNE JONES (G. D.) and THOMAS (W. D. E.). — Experiments on the possible contamination of honey with schradan. *Ann. Appl. Biol.*, **40**, 546-555, 1952.
- GLYNNE JONES (G. D.) and THOMAS (W. D.). — Contamination of nectar with the systemic insecticide « schradan ». *Nature*, **171**, 263, 1953.
- GODAN (D.). — Ueber Prognosestellungen, betreffend Massenvermehrungen von Raps und Rubsensschädlingen. *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd.*, **2**, 148-152, 1948.
- GODAN (D.). — Problem bei der Bekämpfung von ölfruchtschädlingen. *Naturwiss.*, 99-105, 1952.
- GODAN (D.). — Untersuchungen zur Bekämpfung der Kohlschotenrüssler und Kohlschotenmücken Larven mit ester und gamma-hexa Mitteln. *Anz. Schädlingsk.*, **25**, 33-36, 1952.
- GODAN (D.). — Probleme bei der Bekämpfung von ölfruchtschädigungen. *Naturwiss.*, **39**, 99-105, 1952.
- GÖRNITZ (K.). — Weitere Untersuchungen über Insekten Attraktivstoffe aus Cruciferen. *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd.*, **10**, 137-147, 1956.
- GOUREAU (A.). — *Ceuthorrhynchus assimilis* et *sulcicollis*. *Ann. Soc. Ent. Fr.*, 1865.

- GUILHON (J.). — Sensibilité des abeilles aux insecticides synthétiques. *C. R. Ac. Agric. Fr.*, **32**, 246-249, 1946.
- GUILHON (J.). — Action des préparations insecticides à base de pipéronyl sur les abeilles. *Bull. Ac. Vet. Fr.*, **25**, 49-53, 1952.
- GUILHON (J.). — Action d'un nouvel insecticide dérivé du dibenzopyrrol sur les abeilles. *Bull. Ac. Vet. Fr.*, **25**, 243-246, 1953.
- GUILHON (J.). — Comportement des abeilles à l'égard du toxaphène. *Bull. Ac. Vet. Fr.*, 1956.
- GUILLAUME (A.). — Essais de protection des abeilles contre les traitements antiparasitaires apicides par l'emploi d'insecticides sélectifs. *C. R. Ac. Agric. Fr.*, **35**, 641-644, 1949.
- GUILLAUME (A.). — Nouveaux essais de traitements antiparasitaires de cultures de Crucifères à l'aide d'insecticides sélectifs ne détruisant pas les abeilles. *C. R. Ac. Agric. Fr.*, **37**, 114-116, 1951.
- GUNTART (E.). — Beiträge zur Lebensweise und Bekämpfung von *Ceuthorrhynchus quadridens* PANZ. und *Ceuthorrhynchus napi* GYLL. mit Beobachtungen an weiteren Kohl- u. Rapsschädlingen. *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.*, **22**, 443-591, 1949.
- HAGEN (K. S.). — The occurrence of *C. assimilis* PAYK. in California. *Pan Pacific Ent.*, **22**, 73, 1946.
- HARRIES (F. H.) and VALCARCE (A. C.). — Laboratory tests of the effect of insecticides on some beneficial insects. *J. Ec. Ent.*, **48**, 614, 1955.
- HERINGA (J. W.), CANNegiETER (H.) en KOOISTRA (G.). — Nieuwe mogellij-Additional studies on the effect of field applications of insecticides on Honey Bees. *J. Ec. Ent.*, **47**, 317-320, 1954.
- HERRSTRÖM (G.). — Sambandet mellan blygra rapsvivals alder och känslighets for hexachlorhaltiga preparat. *Växtskyddsnotiser*, 17-26, 1951.
- HERRSTRÖM (G.). — Relation between effect of B. H. C. and vitality of *Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK. *Opusc. Ent.*, **17**, 113-116, 1952.
- HEYMONS (R.). — Mitteilungen über der Rapsrüßler, *Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK. und seinen Parasiten *Trichomalus fasciatus* THOMS. *Zeitschr. Angew. Ent.*, **8**, 93-111, 1922.
- HOFFMANN (A.). — Contribution à l'étude de *Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK. (le *Ceuthorrhynque* des siliques). *Rev. Path. Veg. Ent. Agric.*, **30**, 238-252, 1951.
- HOFFMANN (A.). — A propos de *Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK. *Rev. Path. Veg. Ent. Agric.*, **31**, 175-178, 1952.
- HOFFMANN (A.). — Coléoptères curculionides. 2<sup>e</sup> partie. Faune de France n° 59 : 487-1208, Lechevallier, Paris 1954.
- HOFFMANN (A.). — Ethologie comparative de deux espèces affines du genre *Ceuthorrhynchus* nuisibles aux Crucifères. *Rev. Path. Veg. Ent. Agric.*, **34**, 165-178, 1955.
- HOLZ (W.). — Freilandversuche mit neuen Kontaktinsektiziden gegen Rapsglanzkäfer und Kohlschotenrüssler und gleichzeitige Beobachtung des Befalls durch die Kohlgallmücke. *Anz. Schädlingskunde*, **21**, 23-24, 1948.
- ISAAC (P. V.). — The Turnip gall Weevil, *Ceuthorrhynchus pleurostigma* MARSH. *Ann. Appl. Biol.*, **10**, 151-193, 1923.
- JARY (S. G.) and CARPENTER (K.). — Insect pests of brassica seed crops in Romney Marsh, Kent. *Ann. Appl. Biol.*, **35**, 134, 1948.
- JEANNEL (R.) et PAULIAN (R.). — Morphologie abdominale des Coléoptères et systématique de l'ordre. *Rev. Fr. Ent.*, **11**, 65-110, 1944.
- JOHNSTON (B. L.) and EDEN (W. G.). — The toxicity of aldrin, dieldrin and toxaphene to Rabbits by skin absorption. *J. Ec. Ent.*, **46**, 702-703, 1953.
- JUVIN (P.). — Les traitements avec certains produits insecticides non toxiques pour les abeilles sont efficaces sur les parasites du Colza. I. *Apiculteur, sect. Scient.*, 72-78, 1955.

- JUVIN (M.). — Efficacité des traitements insecticides contre le Charançon des siliques et la Cécidomyie du Colza. *Défense des Végétaux*, 3-12, 1956.
- KAUFMANN (O.). — Beobachtungen und Versuche zur Frage der Überwinterung und Parasitierung von Olfruchtschädlingen aus den Gattungen *Meligethes*, *Phyllotreta*, *Psylliodes* und *Ceuthorrhynchus*. *Arb. Biol. Reichsanst. Land-u. Forstwirtschaft.*, **12**, 109-169, 1923.
- KAUFMANN (O.). — Keine Gefährdung der Bienen bei Bestäubung der Rapsfelder mit derris und pyrethrummitteln gegen Rapsglanzkäfer und Kohlschotenrüssler. *Zeitschr. Pflkrankh.*, **53**, 125-129, 1943.
- KIRCHNER (H. A.). — Beobachtungen bei der Kohlschotenrüsslerbekämpfung in Mecklenburg 1952. *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd.*, **7**, 18-21, 1953.
- KNOWLTON (G. F.), NYE (W. P.), LIEBERMANN (F. V.), TODD (F. E.) and BOHART (G. E.). — New Insecticides. *Fm. Home Sci.*, **3**, 17, 1950.
- LABOULBENE (A.). — Note sur les siliques de Colza attaquées par les insectes. *Ann. Soc. Ent. Fr.*, **5**, 791-797, 1857.
- LABOULBENE (A.). — Remarques sur les palpes maxillaires des larves des *Ceuthorrhynchus* (*C. assimilis* PAYK et *drabae* LABOULBENE). *Ann. Soc. Ent. Fr.*, **2**, 568-569, 1862.
- LANG. — Bericht der Württ.-Landesanstalt für Pflanzenschutz Hohenheim über Rapsglanzkäferbekämpfung. *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd.*, **1**, 10-II, 1921.
- LIEBERMAN (F. V.), BOHART (G. E.), KNOWLTON (G. F.) and NYE (W. P.). — (*Dasynura brassicae* WINN.). *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd.*, **10**, 123-128, 1956.
- LOUVEAUX (J.). — Etudes sur la toxicité et le pouvoir répulsif vis-à-vis de l'abeille de divers insecticides. *Rev. Fr. Apic.*, nov.-déc. 1949.
- LOUVEAUX (J.). — Utilisation d'un test biologique pour la caractérisation de certaines intoxications d'abeilles par des produits antiparasitaires. *L'Apiculteur, sect. scient.*, 35-40, 1950.
- LOUVEAUX (J.) et DESMAREST (J.). — Etudes concernant la définition de l'état de floraison de certaines Crucifères oléagineuses dans la région parisienne. *L'Apiculteur, sect. Scient.*, 9-34, 1950.
- MCLEOD (J. H.). — Notes on the Cabbage Seedpod Weevil, *Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK. (Col. *Curculionidae*) and its parasites. *Proc. Ent. Soc. B. C.*, **49**, 11-18, 1952.
- MALLACH (N.). — Schädlingsbekämpfung mit chemischen Mitteln und Bienenzucht. *Pflanz. wissens. u. Wirtschaft*, 52 pp., 1952.
- MAURIZIO (A.) und SCHENKER (P.). — Ist Nektar nach Behandlung der Pflanzen mit etilon und diazinon giftig für Bienen? *Mitt. Schweiz. Entom. Gesells.*, **26**, 305-309, 1953.
- METCALF (R. L.) and MARSH (R. B.). — Studies of the mode of action of parathion and its derivatives and their toxicity to insects. *J. Ec. Ent.*, **42**, 721-728, 1949.
- MISTRIC (W. J.) and MARTIN (D. F.). — Effect of sunlight and other factors on the Toxicity of certain Insecticides. *J. Ec. Ent.*, **49**, 757-760, 1956.
- MOERICKE (V.). — Wie finden Geflügelte Blattläuse ihre Wirtspflanze? *Mitt. Biol. Zentralanst. f. Land u. Forstw.*, **75**, 90-97, 1953.
- MOERICKE (V.). — Eine Farbfalle zur Kontrolle des Fluges von Blattläusen, insbesondere der Pfirsichblattlaus, *Myzodes persicae* SULZ. *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd.*, **3**, 23-24, 1951.
- MOERICKE (V.). — Ueber das Verhalten phytophager Insekten während des Befallsflugs unter dem Einfluss von weissen Flächen. *Zeitschr. Pflkrank. u. Pflanzenschutz*, **62**, 588-593, 1955.
- MUHLE (E.). — Zur Frage der Abhängigkeit des Befalls der Cruciferen Schoten durch die Kohlschotenmücke (*Dasynura brassicae* WINN.) von dem

- Auftreten des Kohl-schotenrüsslers (*Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK.). *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd.*, **9**, 173-176, 1951.
- MUHLÖW (J.). — Bekämpning av rapslagggar m. m. genom fangst. *Växtskyddsnotiser*, **3**, 33-37, 1942.
- MUHLÖW (J.). — Pyrenon en ny typ av insektbekämpningsmedel. *Växtskyddsnotiser*, 1-4, 1953.
- MURBACH (R.). — Résultats d'une première enquête sur les dégâts du charançon des siliques (*Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK.) en Suisse romande. *Rev. Romande Agric. Vitic. Arboric.*, **10**, 29-30, 1954.
- MURBACH (R.). — Abeilles et Colza. *Rev. Romande Agric. Vitic. Arboric.*, **11**, 25-26, 1955.
- NOLTE (H. W.). — Die wirtschaftliche Bedeutung der tierischen Schädlinge des Mohns. *Pflanzenschutz. Tagung in Berlin* 1952, 26-29, 1952.
- NOLTE (H. W.). — Kohlschotenrüssler und Kohlschoten Gallmückenbekämpfung und die Bienen. *Leipziger Bienenzeitung*, **68**, 78-80, 1954.
- NOLTE (H. W.) und FRITZSCHE (R.). — Untersuchungen zur Bekämpfung der Rapsschädlinge. Zur Biologie und Bekämpfung des Kohlschotenrüsslers (*Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK.) und der Kohlschoten-Gallmücke (*Dasyneura brassicae* WINN.). *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd.*, **8**, 128-135, 1954.
- POSTNER (M.). — Die Wirkung toxaphenhaltiger Schädlingbekämpfungsmittel und Bienen. *Z. Bienenforsch.*, **2**, 39-45, 1953.
- POTTER (C.) and PERKINS (J. F.). — Control of *Brassica* pests by D. D. T. *Agriculture*, **53**, 109-113, 1946.
- RANDALL (T. E.) and al. — Vegetable seed investigations, Mount Vernon, Washington. *Bull. Wash. Agric. Exp. Sta.*, n° 470, 142-151, 1945.
- RAUCOURT (M.), VIEL (G.) et CHEVREL (J.). — Etude sur les traitements aériens par poudrage. I. Etude de la répartition des poudres. *Ann. I. N. R. A., ser. C, Epiph.*, **4**, 227-256, 1953.
- RISBEC (J.). — Contribution à l'étude de *Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK., charançon des siliques du Colza. *Rev. Path. Veg. Ent. Agric.*, **31**, 137-174, 1952.
- RISBEC (J.). — Réponse aux observations faites par M. HOFFMANN à propos de mes recherches sur le comportement du Charançon du Colza. *Rev. Path. Veg. Ent. Agric.*, **31**, 179-180, 1952.
- RISBEC (J.). — Le *Ceuthorrhynchus* des siliques du Colza. Formule pour la détermination de la date des traitements insecticides. *C. R. Ac. Agric. Fr.*, **39**, 353-357, 1952.
- RISBEC (J.). — De l'évolution des insectes nuisibles au Colza et des moyens de lutter contre eux. *C. R. Ac. Agric. Fr.*, **39**, 403-407, 1952.
- RISBEC (J.). — Contribution à l'étude des parasites du Charançon du Colza, *Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK. *Rev. Path. Veg. Ent. Agric.*, **32**, 37-43, 1953.
- ROARK (R. C.). — A digest of information on toxaphene. *U. S. Bur. Ent. Plant. Quarant.* E-802, 85 pp., 1950.
- ROSKOTT (L.) en VEENHOF (M. J.). — Einige aantekeningen over de bestrijding van de koolzaadsnuitkever *Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK. met behulp van contact-insecticiden. *Med. Landbouwhogeschool. Gent*, **18**, 414-421, 1953.
- ROUSSEAU (M.). — Quelques expériences en vue de contrôler l'effet du toxaphène sur les abeilles. *C. R. Ac. Agric. Fr.*, **41**, 359-363, 1955.
- ROUSSEAU (M.). — Contrôle au rucher de l'effet des poudrages de toxaphène sur les abeilles. *C. R. Ac. Agric. Fr.*, **41**, 393-395, 1955.
- SILVEN (E.). — Skidgallmyggan, *Dasyneura brassicae* WINN. *Medl. Växtskyddsanst.*, **54**, 129 pp., 1949.
- SOLARI (F.). — Sul *Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK. ed i suoi affini (Col. Curculionidae). *Boll. Soc. Ent. Ital.*, **79**, 65-71, 1949.

- SPEYER (W.). — Beiträge zur Biologie der Kohlschotenmücke. *Mitt. Biol. Reichsanstalt*, **21**, 208-217, 1921.
- SPEYER (W.). — *Perilitus melanopus* RUTHE (Hym. Brac.) als Imaginalparasit von *Ceuthorrhynchus quadridens* PANZ. *Zeitschr. Angew. Ent.*, **11**, 132-146, 1925 a.
- SPEYER (W.). — Kohlschotenrüssler (*Ceuthorrhynchus assimilis*), Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* WINN.) und ihre Parasiten. *Arb. Biol. Reichsanstalt*, **12**, 79-108, 1925 b.
- STANILAND (L. N.) and BEAUMONT (A.). — Ninth Annual report of the Department of Plant Pathology for the year ending September 30th 1932. *Pamph. Seale Hayne Agric. Coll.* n° 40, 43 pp. 1933.
- STEVENSON (J. H.). — Onderzoek naar de wijze waarop de koolzaadgalmug (*Dasyneura brassicae* WINN.) haar eier legt op koolzaad (*brassica napus* L.). *Tijdschr. Plantenz.*, **61**, 81-86, 1955.
- STOLL (K.). — Ueber die Wirkung von Wofatox auf den Pollen und die Narbe der Rapsblüte. *Mitt. Biol. Zentr. Anst. Land u. Forstwirtschaft. Dtsch.*, 247-250, 1953.
- STOLL (K.). — Wirkung von toxaphenpräparaten auf pflanzliche Blütenorgane. *Mitt. Biol. Bundesanst.*, **83**, 49-53, 1955.
- STOLZE (K. V.) und BLASZYK (P.). — Zur Frage der Vermeidung von Bienen-schäden bei Bekämpfung des Kohlschotenrüsslers (*Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK.). *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd.*, **3**, 73-76, 1951.
- STUTE (K.). — Ein Beitrag zur Wirkung der « toxaphen-Staubes » auf Bienen. *Anz. Schädlingskunde*, 1954.
- STUTE (K.). — Toxaphen ein bienenungefährliches Pflanzenschutzmittel. *Südwestdeutscher Inker*, **9**, 1955.
- SYLVEN (E.). — Skidgallmyggan, *Dasyneura brassicae* WINN. *Medd. Statens Växtskyddsanst.* n° 54, 120 pp., Stockholm, 1949.
- SYLVEN (E.). — Ytterligare erfarenheter om skidgallmyggans bekämpning. *Växtskyddsnotiser*, 41-46, 1952.
- TASCHENBERG (E.). — Entomologie für Gärtner und Gartenfreunde. Leipzig, 1871.
- TASCHENBERG (E.). — Praktische Insektenkunde. 2, Bremen, 1879.
- THOMPSON (W. R.). — A catalogue of the parasites and predators of insect pests. Sect. 1, pt. 1, 151 pp., Imperial Parasite Service, Canada, 1943.
- VEENEBOES (J. A.). — Bestrijdingsproeven tegen enkele voor koolzaad schadelijke Insecten. *Tijdschr. Plantenz.*, **59**, 35-51, 1953.
- VOSZ (G.). — Rapsglanzkäfer und Verborgenrüssler. *Illustr. Landw. Ztg.*, **22**, 193, 1919.
- VUILLAUME (M.). — Essais de protection des abeilles contre les traitements insecticides des colzas. *L'Apiculteur, sect. scient.*, 43-66, 1955.
- WAGNER (M.). — Inzucht und Heterosis bei Raps und Rüben. *Zeitschr. Pflanz.*, **33**, 237-266, 1954.
- WAHLIN (B.). — Pyrenonpreparaten och bina. *Växtskyddsnotiser*, 4-6, 1953.
- WAHLIN (B.). — Bina och de nyaste typerna av insekticider. *Nordisk bitidskrift*, 62-64, 1953.
- WEAVER (N.). — The toxicity of certain organic insecticides to honey-bees. *J. Ec. Ent.*, **42**, 973-975, 1949.
- WEAVER (N.). — Toxicity of organic insecticides to honey-bees. Stomach Poison and field Tests. *J. Ec. Ent.*, **43**, 333-337, 1950.
- WEAVER (N.). — The toxicity of organic insecticides to honey-bees. *J. Ec. Ent.*, **45**, 537-538, 1952.
- WEBSTER (R. L.) and al. — Division of Entomology. *Bull. Wash. Agric. Exp. Sta.*, n° 425, 35-41, 1942.
- WEBSTER (R. L.) and al. — Entomology. *Bull. Wash. Agric. Exp. Sta.*, n° 455, 36-42, 1944.

- WEISS (H.). — Beiträge zur Biologie und Bekämpfung wichtiger Oelfruchtschädlinge. Zur Biologie und Bekämpfung von *Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK. und *Meligethes aeneus* FBR. Beiheft z. Zeitschr. Angew. Ent., **26**, n° 14, 1940.
- WOLFF (M.) und KRAUSSE (A.). — Ein Nachwort zum Streit über den Rapsglanzkäfer. Ill. Landwirtschaftl. Zeitg., **41**, 243-244, 250-251, 1921.
- WOLFF (M.) und KRAUSSE (A.). — Beiträge zur Kenntnis der Biologie von Oelfruchtschädlingen, insbesondere über den Anteil der von *Ceuthorrhynchus assimilis* PAYK verursachten, fälschlich dem *M. aeneus* F. zugeschrieben Schäden. Arch. Natg. Abt. A, (1925), 1-45, 1926.
-



ESSAIS DE TRAITEMENT DES SEMENCES  
DE CRUCIFÈRES CONTRE  
LE *PHOMA LINGAM* (TODE) DESM.  
ET L'*ALTERNARIA BRASSICAE* (BERK.) SACC.

PAR

H. DARPOUX, J. LOUVET et J. PONCHET <sup>(1)</sup>

Station centrale de Pathologie végétale, Versailles

PLAN DU MÉMOIRE

- I. — Introduction.
- III. — Traitement contre le pied noir des Crucifères [*Phoma lingam* (TODE) DESM.].
- III. — Traitement contre la maladie des taches noires des Crucifères [*Alternaria brassicae* (BERK.) SACC.].
- IV. — Toxicité des fongicides vis-à-vis des graines traitées.
- V. — Conclusion.

I. — INTRODUCTION

Le *Phoma lingam* (TODE) DESM. est, depuis quelques années, un des principaux champignons parasites du Colza en France. Nous l'avons observé, pour la première fois sur cette culture, dans la région parisienne en avril 1950. Dans certains champs 50 à 80 p. 100 des plantes étaient attaquées. Les pieds atteints étaient chétifs et présentaient à la base des tiges des plages nécrosées et déprimées, sur lesquelles s'étaient formées de nombreuses pycnides. Ces plantes constituaient souvent des foyers pouvant atteindre 50 mètres de diamètre. On a constaté que le champignon s'installait fréquemment dans les tiges à la suite d'attaques d'insectes, en particulier de *Centorrhynchus napi* GYL. ou de *Psylliodes chrysocephala* L. Ce type de dégâts a été moins important les années suivantes. Mais le parasite a provoqué des fontes de semis en s'attaquant aux jeunes plantules peu après la germination.

(<sup>1</sup>) Avec la collaboration technique de Y. de LAVARENE.

Le champignon peut se conserver dans le sol sur les déchets de plantes malades et se propager avec les graines. La désinfection des semences peut donc être envisagée comme moyen de lutte.

Une autre maladie, celle des « taches noires » est également fréquente sur les Crucifères. Elle peut être causée par deux champignons : l'*Alternaria brassicae* (BERK.) SACC. et l'*Alternaria brassicicola* (SCHW.) WILTSHIRE.



FIG. I. — Dégâts causés par le *Phoma lingam* (TODE) DESM. sur jeunes plantes de Colza.

Pour la plupart des auteurs : NEERGAARD (1945), VAN SCHREVEN (1953), QUAK (1956), le second champignon est plus virulent et se répand plus facilement par suite d'une sporulation abondante.

Pourtant en France nous avons signalé, DARPOUX (1945, 1948), que les attaques sur le Colza (*Brassica Napus oleifera* D. C., la Moutarde noire (*Sinapis nigra* L.) et la Navette (*Brassica Rapa* L.) étaient principalement produites par l'*Alternaria brassicae* (BERK.) SACC.

De nombreux isollements effectués ultérieurement sur les mêmes plantes et sur des porte-graines de Radis (*Raphanus sativus* LINN.) par-

ticulièrement en 1950 et 1951 ont constamment mis en évidence la présence du même parasite, accompagné parfois de l'*Alternaria tenuis* NEERG; ce dernier étant considéré comme saprophyte ou parasite secondaire.

L'utilisation de semences infectées permet à l'*Alternaria brassicae* (BERK) SACC. de se propager dans les cultures de Crucifères. Le champignon attaque les semis et provoque la formation de lésions brunes sur les cotylédons. La maladie peut ensuite se généraliser quand les spores sont dispersées par le vent. Des taches se développent d'abord sur les

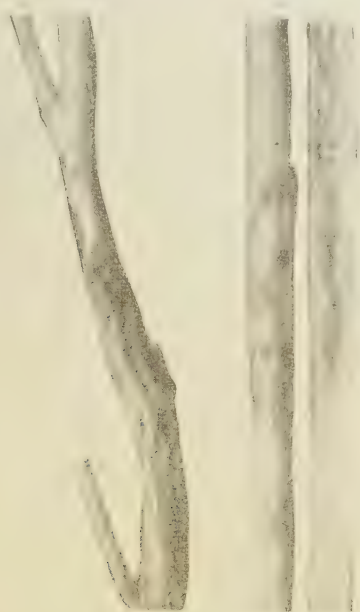


FIG. II. — Pourriture causée par le *Phoma lingam* (TODE) DESM. à la suite d'attaques d'insectes sur tiges de Colza. (Photo J. Vincent).

feuilles de la base des plantes, puis sur les feuilles supérieures et enfin, par temps chaud et humide, gagnent les siliques. Lorsque les attaques sont graves, les siliques se dessèchent et s'ouvrent avant maturité. Par suite les graines sont de mauvaise qualité et le rendement est faible, notamment à cause de l'égrenage. D'après RANGEL (1945) et NEERGAARD (1945), le parasite persiste soit par ses spores à la surface du tégument, soit sous forme de mycélium à l'intérieur de la graine.

Le traitement du feuillage avant la montaison ne peut être entièrement efficace pour éliminer le parasite. D'autre part il est difficile de traiter les siliques car elles forment un tapis dense peu pénétrable. C'est



FIG. III. — Taches provoquées par *E. brassicae* (BERK.) SACC. sur feuilles de Colza.



FIG. IV. — Dégâts causés par *A. brassicae* (BERK.) SACC. sur siliques de Colza.

pourquoi il est important d'envisager la désinfection des semences.

Nos essais ont eu pour but de comparer l'efficacité de différents fongicides pouvant être utilisés pour désinfecter les graines de Crucifères contre le *Phoma lingam* (TODE) DESM. et l'*Alternaria brassicae* (BERK.) SACC.

L'action de ces produits sur le pouvoir germinatif des semences au cours de leur conservation après traitement a été également étudiée.

## II. — TRAITEMENT CONTRE LE PIED NOIR DES CRUCIFÈRES

[*Phoma lingam* (TODE) DESM.]

Les lots de graines récoltés dans les champs attaqués présentaient un taux d'infection qui ne dépassait pas 4 p. 100, aussi les essais ont-ils été effectués sur des graines contaminées artificiellement. Nous n'envisageons donc ici que la désinfection externe des semences contre ce parasite.

### A. — Essais de laboratoire.

**Technique.** — Des graines de Colza sont désinfectées par trempage pendant 10 minutes dans une solution d'hypochlorite de chaux à 200° chlorométriques, puis lavées quatre fois à l'eau stérile. On les inocule ensuite avec une suspension de spores de *Phoma* dans de l'eau contenant 2 g par litre de gélatine. Après séchage sur buvard stérile, on sépare les graines en lots.

Par agitation dans un flacon bouché, chaque lot est traité par un produit différent à une dose correspondant à 200 g par quintal de semences. Cent graines par produit sont placées en boîte de Pétri sur mi-

TABLEAU I

Produits de traitement	Pour 100 graines	
	nombre de graines germées	nombre de colonies de Phoma
Phosphate d'éthylmercure (3,8 % Hg).....	94	1
Chlorure d'éthylmercure thiourée (2,5 % Hg).....	97	2
p. toluène sulfonanilide d'éthylmercure (7,7 % Hg).....	94	2
Iodure d'éthoxybutylmercure (1,3 % Hg) et chlorure d'éthoxypropylmercure (1 % Hg).....	97	7
Silicate de méthoxyéthylmercure (1,5 % Hg).....	98	7
Hydroxychlorophénol de mercure (2 % Hg).....	96	9
2-3 dichloro 1-4 naphtoquinone (50 % M.A.) (1).....	100	13
Témoin infecté non traité.....	98	83

(1) M. A. : Matière active.

lieu gélosé à base de malt ; une semaine plus tard, on note la germination et le nombre de graines autour desquelles une colonie de *Phoma* s'est développée.

Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau I.

#### B. — Essais en serre.

Les graines inoculées par une suspension de spores de *Phoma* sont traitées par divers fongicides à raison de 300 g de poudre par quintal. Pour chaque produit on sème 6 terrines de 100 graines en terre désinfectée à la vapeur. Les notations d'attaques de plantules sont faites 15 jours après le semis.

Plusieurs essais ont été réalisés. Les résultats exprimés par les moyennes des 6 répétitions font l'objet des tableaux II, III et IV.

TABLEAU II  
(1<sup>er</sup> essai)

Produits de traitement	Moyenne pour 100 graines		
	Plantules non levées	Plantules levées mais attaquées	Plantules saines
Phosphate d'éthylmercure (3,8 % Hg).....	8	1	91
Thirame (50 % M. A.).....	7	2	91
Ferbame (76 % M. A.).....	12	2	86
Oxychlorure tétracuvrique (50 % Cu).....	8	17	75
Oxyde cuivreux (65 % Cu).....	11	35	54
Témoin infecté non traité.....	14	32	54
Témoin non infecté non traité.....	7	1	92

TABLEAU III  
(2<sup>e</sup> essai)

Produits de traitement	Moyenne pour 100 graines		
	Plantules non levées	Plantules levées mais attaquées	Plantules saines
Iodure d'éthoxybutylmercure (1,2 % Hg) et chlorure d'éthoxypropylmercure (1 % Hg).....	9	5	86
Tétrachlorobenzoquinone (50 % M. A.).....	8	7	85
Silicate de méthoxyéthylmercure (1,5 % Hg).....	8	8	84
Témoin infecté non traité.....	11	85	4
Témoin non infecté non traité.....	9	1	90

Les produits organo-mercuriques ont tous assuré une excellente protection des plantules. Les autres produits organiques : le Thirame, le Ferbame, la Tétrachlorobenzoquinone et la 2-3 dichloro 1-4 naphthoquinone ont aussi donné de bons résultats. Par contre l'action des produits cupriques s'est révélée nettement inférieure.

TABLEAU IV  
(3<sup>e</sup> essai)

Produits de traitement	Moyenne pour 100 graines		
	Plantules non levées	Plantules levées mais attaquées	Plantules saines
p. toluène sulfonanilide d'éthylmercure (7,7 % Hg)	11	1	88
Hydroxychlorophénol de mercure (1,5 % Hg)....	11	2	87
Silicate de méthoxyéthylmercure (2 % Hg).....	12	4	84
2-3 dichloro 1-4 naphthoquinone (50 % M. A.)....	13	3	84
Chlorure d'éthylmercure thiourée (2,5 % Hg)....	14	4	82
Témoin infecté non traité .....	19	79	2
Témoin sain non traité.....	14	1	85

Quelques essais ont été faits dans les mêmes conditions avec des substances antibiotiques.

TABLEAU V

Produits de traitement	Moyenne pour 100 graines		
	Plantules non levées	Plantules levées mais attaquées	Plantules saines
Trichothécine 100 $\gamma$ .....	(2) 22	8	70
Jus de culture du <i>Trichothecium roseum</i> .....	(2) 15	12	73
» » <i>Penicillium</i> CD 2 à 50 %.....	21	66	13
» » <i>Penicillium</i> CD 104.....	16	58	26
» » <i>Aspergillus</i> CD 19 à 50 %.....	17	68	15
» » <i>Alternaria Solani</i> .....	32	58	10
Streptomycine 500 000 u/cc.....	(1) 33	66	1
» 250 000 u/cc.....	20	73	7
Témoin infecté et trempé dans l'eau.....	16	74	10
Témoin infecté non trempé dans l'eau.....	12	76	12

(1) Produit ayant une action phytocide.

(2) Levée tardive.

Seuls la Trichothécine à 100  $\gamma$  et le jus de culture de *Trichothecium roseum* (BULL.) LK. ont eu une efficacité nette. Elle a été cependant inférieure à celle des meilleurs fongicides.

### III. — TRAITEMENT CONTRE LA MALADIE DES TACHES NOIRES DES CRUCIFÈRES

[*Alternaria brassicae* (BERK.) SACC.]

A. — Essais sur graines de Colza contaminées artificiellement.

Ces essais ont été réalisés uniquement au laboratoire car on n'a pas observé de fontes nettes de plantules en semant en terrines des graines de Colza après infection artificielle par des spores d'*Alternaria*.

La méthode d'essai est identique à celle utilisée pour le *Phoma*.  
Les tableaux VI, VII, VIII donnent les résultats de plusieurs essais.

TABLEAU VI  
(1<sup>er</sup> essai)

Produits de traitement	% de colonies d' <i>Alternaria</i>
Thirame (50 % M. A.)	0
Captane (75 % M. A.)	0
Silicate de méthoxyéthylmercure (1,5 % Hg)	0
Oxychlorure tétracuvrique (50 % Cu)	67
Témoin infecté non traité	73
Témoin sain	0

TABLEAU VII  
(2<sup>e</sup> essai)

Produits de traitement	% de colonies d' <i>Alternaria</i>
Phosphite d'éthylmercure (3,8 % Hg)	0
p. toluène sulfonamide d'éthylmercure (7,7 % Hg)	0
Iodure d'éthoxybutylmercure (1,3 % Hg) et chlorure d'éthoxypropylmercure (1 % Hg)	0
Oxyquinoléate de cuivre (20 % M. A.)	2
Tétrachlorobenzosquinone (96 % M. A.)	3
2-3 dichloro 1-4 naphtoquinone (50 % M. A.)	3
Sulfate neutre d'orthoquinoléine (20 % M. A.)	13
Tétrachloronitrobenzène (3 % M. A.)	88
Zinèbe (65 % M. A.)	89
Hydroxychlorophénol de mercure (2 % Hg)	93
Carbonate de cuivre (50 % M. A.)	97
Oxyde cuivreux (65 % M. A.)	98
Témoin infecté non traité	96
Témoin sain	0

TABLEAU VIII  
(3<sup>e</sup> essai)

Produits de traitement	% de colonies d' <i>Alternaria</i>
5-chloro-7-iodo-8-oxyquinoléine (5 % M. A.)	0
Oxyquinoléate de cuivre (5 % M. A.)	7
Pentachloronitrobenzène (20 % M. A.)	24
Ferbame (76 % M. A.)	60
Sulfate neutre d'orthoquinoléine (5 %)	76
Témoin infecté non traité	100
Témoin sain	0

Le Thirame, le Captane, la 5-chloro-7-iodo-8-oxyquinoléine ainsi que les produits mercuriques ont eu une efficacité complète en boîte de Pétri. Parmi les organo-mercuriques, seul l'Hydroxychlorophénol de mercure a été sans action.

Les produits quinoniques et certains dérivés de la Quinoléine ont

eu une action nette. D'autres produits n'ont pas assuré une désinfection suffisante : le Tétrachloronitrobenzène, le Zinèbe et le Ferbame. Pour ce dernier produit, RANGEL a fait en 1945 la même constatation.

Les produits cupriques peuvent permettre de traiter préventivement le Colza en cours de végétation contre l'*Alternaria*. Mais en ce qui concerne le traitement des semences, leur action semble aussi faible sur l'*Alternaria* que sur le *Phoma*.

#### B. — Essais sur graines de Radis infectées naturellement.

Au cours des années 1950 et 1951 les plantes de radis porte-graines ont été sérieusement endommagées par des attaques de l'*Alternaria brassicae* (BERK.) SACC. Les cotylédons des plantules issues des graines infectées présentaient des lésions caractéristiques.

L'essai de traitement a été effectué sur un échantillon de semences naturellement contaminées à près de 70 p. 100. Après un poudrage équivalent à 200 g de fongicide par quintal de semences, l'efficacité des produits a été étudiée en laboratoire par la technique décrite sous le nom de « Méthode d'Ulster » soit immédiatement après le traitement, (1<sup>er</sup> essai) soit six mois après (2<sup>e</sup> essai).

Les résultats consignés dans le tableau IX ont été analysés statistiquement, ils montrent d'importantes différences dans l'activité des désinfectants utilisés.

TABLEAU IX

Produits de traitement	1 <sup>er</sup> essai Pour 100 graines		2 <sup>e</sup> essai Pour 100 graines	
	Nombre de colonies d' <i>Alternaria</i>	Nombre de graines germées	Nombre de colonies d' <i>Alternaria</i>	Nombre de graines germées
p. toluène sulfonanilide d'éthylmercure (7,7% Hg)	3	72	1	77
Phosphate d'éthylmercure (3,8% Hg) .....	5	74	2	79
Oxyquinoléate de cuivre (20% M.A.) .....	10	71	8	76
Thiram (50% M.A.) .....	29	75	14	81
2-3 dichloro 1-4 naphtoquinone (50% M.A.) .....	37	64	12	71
Iodure d'éthoxybutylmercure (1,3% Hg) et chlorure d'éthoxypropylmercure (1% Hg) .....	34	64	33	64
Hydroxychlorophénol de mercure (30% M.A.) .....	36	74	36	62
Tétrachlorobenzoquinone (50% M.A.) .....	49	60	33	69
Chlorure d'éthylmercure thiourée (2,5% Hg) .....	57	64	28	69
Chlorure cuivrique (15% Cu) .....	63	56	53	55
Témoin non traité .....	69	48	47	55

Dans cet essai trois fongicides ont eu une action intéressante : le p. toluène sulfonanilide d'éthylmercure, le Phosphate d'éthylmercure et l'Oxyquinoléate de cuivre à 20 p. 100 de matière active. On notera qu'après 6 mois de contact avec les graines, deux autres produits, le Thiram et le Dichloronaphtoquinone, ont considérablement diminué le

taux d'infection des graines. Tous ces produits étaient parmi ceux qui avaient donné les meilleurs résultats dans l'essai sur graines de Colza contaminées artificiellement.

Parmi les produits qui ne sauraient être retenus pour la désinfection des graines de Radis contre l'*Alternaria*, nous retrouvons, comme dans l'essai sur Colza, les sels de cuivre et l'Hydroxychlorophénol de mercure.

Une seule différence importante est à noter entre les essais sur Colza et sur Radis : le mélange d'iodure d'éthoxybutylmercure et de chlorure d'éthoxypropylmercure qui s'était montré actif pour la désinfection superficielle de graines de Colza contaminées artificiellement ne l'a pas été sur les graines de Radis infectées naturellement.

La faculté germinative du lot de semences de Radis a été notablement améliorée par les différents traitements et surtout par ceux qui se sont montrés efficaces contre l'*Alternaria*. Plus de 70 p. 100 des graines lèvent après avoir été désinfectées avec les trois produits les plus efficaces, alors que le taux de germination du lot témoin ne dépasse pas 55 p. 100.

On remarquera en particulier que les trois fongicides qu'on peut considérer comme pratiquement utilisables élèvent la faculté germinative du lot de graines, tout en supprimant presque complètement le parasite. Ce résultat s'illustre lorsqu'on observe la levée des plantes en terrines. Les cotylédons des plantes issues de graines convenablement désinfectées ne portent pas de taches de maladie, tandis que les jeunes organes sortis de téguments infestés se recouvrent rapidement de macules noirâtres caractéristiques du parasitisme de l'*Alternaria brassicae* (BERK.) SACC.

#### IV. — LA TOXICITÉ DES FONGICIDES VIS-A-VIS DES GRAINES TRAITÉES

Cette étude a pour but de rechercher si certains fongicides utilisés pour la désinfection des semences ont une action défavorable sur la faculté germinative des graines de Colza soit aussitôt après le traitement, soit après un certain temps de conservation.

Des lots de graines ont été traités à raison de 200 g et de 400 g de produit par quintal avec les 12 fongicides suivants comprenant des organomercuriques, d'autres produits organiques et quelques sels de cuivre :

Silicate de méthoxyéthylmercure (1,5 p. 100 Hg).

Iodure d'éthoxyéthylmercure (1,3 p. 100 Hg) et chlorure d'éthoxypropylmercure (1 p. 100 Hg).

Dicyanediamide de méthylmercure (0,8 p. 100 Hg).

Chlorure d'éthylmercure thiourée (2,5 p. 100 Hg).

Phosphate d'éthylmercure (3,8 p. 100 Hg).

Oxyde cuivreux (65 p. 100 Cu).

Oxychlorure tétracuvrique (50 p. 100 Cu).

Oxyquinoléate de Cu (18 p. 100 Cu).

Thirame (50 p. 100 M. A.).

Ferbame (76 p. 100 M. A.).

Tétrachlorobenzoquinone (96 p. 100 M. A.).

2-3 dichloro 1-4 naphthoquinone (50 p. 100 M. A.).

Les graines traitées ont été conservées dans un local dont la température a varié de 16 à 20°C et l'humidité de 55 à 80 p. 100. Des échantillons de ces graines ont été mis à germer sur buvard et en terrine à des dates échelonnées après le traitement.

L'essai en terrines comportait 6 répétitions de 100 graines pour chacun des produits. Les notations ont été faites 10 jours après le semis.

Sur buvard humide en boîte de Pétri on a fait 4 répétitions de 50 graines et le pouvoir germinatif a été évalué au bout de 6 jours.

Seuls le produit à base de Dicyanediarnide de méthylmercure et celui à base de Phosphate d'éthylmercure se sont révélés phytotoxiques. Pour les graines traitées par les autres produits, on n'a pas constaté de diminution sensible du pourcentage de graines germées après plus de 300 jours de conservation ; c'est pourquoi, dans les tableaux ci-dessous, l'on n'a indiqué que la moyenne du pouvoir germinatif de tous les lots traités par ces produits.

TABLEAU XI

*Variation du pouvoir germinatif de graines de Colza traitées  
en fonction du temps de conservation.*

*(Pourcentage de graines germant sur buvard humide.)*

Produits	Dose	Durée de conservation en jours							
		9 j	16 j	23 j	99 j	146 j	196 j	302 j	
Dicyanediarnide de méthylmercure (0,8 % Hg).....	200 g/q	92	89	91	90	86	88	40	
— — — — —	400 g/q		89	92	83	30	32	26	0
Phosphate d'éthylmercure (5 % Hg).....	200 g/q	91	87	89	81	—	—	68	
— — — — —	400 g/q		89	85	33	45	—	—	6
Moyenne pour les dix autres produits.....	200 g/q	91	90	90	—	90	90	—	
— — — — —	400 g/q		92	89	87	87	89	91	90
Témoin non traité.....			92	88	90	90	90	90	94

Sur buvard, le pouvoir germinatif des graines traitées par le produit à base de Dicyanediarnide de méthylmercure à la dose de 400 g par quintal ; a baissé notablement entre le 23<sup>e</sup> et le 99<sup>e</sup> jour après le traitement à la dose de 200 g, l'action toxique s'est surtout fait sentir pour une durée

de conservation de plus de 196 jours. En terrine, la chute de germination a été assez comparable pour les mêmes lots, quoiqu'un peu moins marquée, le produit diffusant en partie dans la terre : à 400 g, la germination était diminuée de près de moitié à partir du 56<sup>e</sup> jour, tandis qu'à 200 g, elle était encore assez élevée au bout de 316 jours, mais les plantules restaient chétives.

TABLEAU XII

*Variation du pouvoir germinatif de graines de Colza traitées en fonction du temps de conservation.*

*(Pourcentage de graines levées après semis en terrines.)*

Produits	Dose	Durée de conservation en jours									
		1 j	12 j	21 j	28 j	44 j	56 j	94 j	101 j	316 j	
Dicyanediarnide de méthylmercure (0,8 % Hg) .....	200 g/q	93	92	85	—	—	—	—	81	80 (1)	
— — .....	400 g/q	96	89	89	87	87	52	32	—	1	
Phosphate d'éthylmercure (5 % Hg) .....	200 g/q	87	86	82	—	—	—	—	87	83 (1)	
— — .....	400 g/q	93	86	80	70	66	64	53	—	19	
Moyenne pour les dix autres produits .....	200 g/q	91	92	88	—	—	—	—	—	—	
— — .....	400 g/q	92	91	87	91	92	87	88	—	87	
Témoin non traité .....		92	91	88	95	94	90	90	90	93	

(1) Retard très net à la levée, taille des plantules inférieure à la normale.

Le produit à base de Phosphate d'éthylmercure à 400 g, s'est montré très toxique lorsqu'on a mis les graines à germer sur buvard. La plupart des plantules ont présenté des phénomènes de polyploïdie et le pourcentage de plantules normales a baissé fortement à partir du 23<sup>e</sup> jour. A cette dose, le phénomène de polyploïdie a été aussi important pour les semis en terrine. A 200 g, sur buvard la polyploïdie n'a été élevée que pour des graines conservées plus de 3 mois ; sur terrine, elle a été négligeable, mais les plantules ont accusé un net retard de végétation.

En ce qui concerne les graines de Radis (cf. tableau IX), après six mois de contact avec les produits de traitement, on n'a noté aucune phytotoxicité des dix fongicides expérimentés.

## V. — CONCLUSIONS

Dans nos essais, nous n'avons pas envisagé le traitement des graines à l'eau chaude, procédé qui assure une bonne désinfection interne (BANT 1950), mais difficilement applicable.

Le poudrage des semences de Crucifères par des fongicides présente aussi un intérêt indiscutable pour lutter contre les fontes de semis et les

attaques sur jeunes plantes causées par le *Phoma lingam* (Tode) Desm., et l'*Alternaria brassicae* (BERK.) SACC. ainsi que pour limiter dans une certaine mesure les attaques ultérieures de ces parasites.

Nous avons obtenu les meilleurs résultats avec certains produits organomercuriques utilisés à 300 g par quintal de semences. Cependant deux d'entre eux, très actifs, le Phosphate d'éthylmercure et la Dicyanedi-  
am-  
diamide de méthylmercure, peuvent être phytotoxiques à une dose dépassant 200 g ou après conservation des semences traitées pendant plusieurs mois.

D'autres fongicides organiques, en particulier le Thirame, le Captane, des composés quinoniques et des dérivés de la Quinoléine assurent une désinfection satisfaisante à la dose de 300 g. Par contre, dans les conditions de l'essai, l'action des sels de cuivre a été très faible.

*Reçu pour publication le 8 juin 1957.*

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BANT (J. H.). — Hot water treatment of Broccoli seed. *J. Nat. Agric. Adv. Serv.*, **9**, 43-46, 1950.
- DARPOUX (H.). — Contribution à l'étude des maladies des plantes oléagineuses en France. *Ann. des Epiph.*, **11**, 71-103, 1945.
- DARPOUX (H.). — Les maladies des plantes oléagineuses métropolitaines et leur traitement. *Bull. techn. Inf.*, **28-29**, 193-200, 1948.
- NEERGAARD (P.). — Danish species of *Alternaria* and *Stemphylium*. *Humphrey Millford, Oxford University Press, London*, 559 p., 1945.
- QUAK (F.). — The biology and possible control measures of *Alternaria* leaf spot in *Brassica napus* L. *Versl. Lanb. Onderz.*, **62**, 1-39, 1956.
- RANGEL (J. F.). — Two *Alternaria* diseases of Cruciferous plants. *Phytopath.*, **35**, 1002-1007, 1945.
- SCHREVEN (D. A.) van. — *Alternaria*, *Stemphylium* and *Botrytis*, affecting colza (*Brassica napus*). *T. Pl. ziekten*, **59**, 105-136, 1953.
-



## CHRONIQUE DES LIVRES

DICKSON (J. G.). — **Diseases of field crops.** Mac Graw Hill, London, 517 p., 2<sup>e</sup> éd., 1956.

L'auteur étudie successivement les maladies des plantes suivantes : orge, maïs, millet, avoine, riz, seigle, sorghos, canne à sucre, blé, graminées fourragères, luzerne, mélilot, trèfle, soja, arachide, coton, lin et tabac. Il passe en revue, pour chaque culture, les affections non parasitaires, les maladies à virus, les maladies bactériennes et les maladies cryptogamiques, du point de vue de leur identification, de leur étiologie et des méthodes de lutte.

Le rôle joué par les nématodes dans le développement des maladies cryptogamiques est également envisagé.

Chaque chapitre est complété par une importante bibliographie.

MOREAU (Mireille). — **Le dépérissement des œillets.** Encyclopédie mycologique vol. XXX. Paris, P. Lechevalier, 1957, 309 p., 30 pl.

Il y a un « problème » des maladies de dépérissement. Nous avons défini les caractères généraux de ces maladies en citant plusieurs exemples choisis dans la bibliographie ou parmi des sujets que nous avons personnellement étudiés : encre du chène (pays basque), dépérissement des agrumes (Côte d'Ivoire), suie des sycomores (région parisienne), dépérissement des caféiers (Côte d'Ivoire, Madagascar). De nombreux Champignons interviennent dans ces maladies ; une grande confusion règne sur les causes réelles ; quelle part revient à chaque parasite ?

Le cas du dépérissement des œillets s'est alors présenté à nous. Sous le nom de « la maladie des œillets d'Antibes » on avait, il y a un demi-siècle, désigné une affection des œillets de la Côte d'Azur, et un *Fusarium* nouveau, le *F. dianthi*, en avait été reconnu responsable. Ailleurs, dans le monde, ce sont d'autres Champignons que l'on accuse de causer la mort des œillets : *Phytophthora*, *Phialophora*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Rhizoctonia*, etc. Nous retrouvons là les mêmes genres que ceux qui nous avaient préoccupée dans d'autres cas de dépérissement.

Nous avons donc d'abord procédé à l'analyse des données du problème pour bien le comprendre. Nous avons raconté succinctement l'histoire de la culture de l'œillet et examiné les conditions de culture dans la région de Nice et aux environs de Paris ; le sol a été plus particulièrement étudié, tant aux points de vue physique et chimique que sur le plan de la microflore fongique.

Nous nous sommes attachée à la recherche des causes du dépérissement. L'examen direct des œillets malades, l'examen après séjour en chambre humide et surtout les multiples essais d'isolements à partir de diverses variétés ont mis en évidence près d'une centaine de Champignons dont quelques-

uns se sont montrés particulièrement fréquents, d'autres plus rares. Certains d'entre eux sont bien connus pour être d'authentiques saprophytes sans intérêt phytopathogène. D'autres nous ont, par contre, paru jouer un rôle important dans le dépérissement : le *Phialophora cinerescens* (Wr.) v. Beyma, le *Fusarium oxysporum* (Schl.) Snyder et Hansen, le *Fusarium roseum* (Lk.) Snyder et Hansen, l'*Alternaria dianthi* Stev. et Hall, le *Phytophthora cactorum* (Leb. et Cohn) Schr., le *Rhizoctonia solani* Kühn, le *Rhizoctonia bataticola* (Taubh.) Butl., etc.

Nous leur avons consacré une étude mycologique comportant des considérations sur leur nomenclature, leurs hôtes et leur répartition géographique, leur morphologie et quelques aspects de leur biologie (notamment croissance).

Pour compléter ces données analytiques, nous avons effectué, en application des règles de Koch, des essais d'infections à l'aide de ces Champignons, dans des conditions variées. Nous avons également recherché l'origine des infections que l'on observait dans la nature.

Sur ces bases, il s'agissait ensuite de faire un travail constructif de synthèse. Nous avons donc défini, pour chaque parasite, les conditions d'infestation et de développement à l'intérieur de la plante malade ; la localisation de la pénétration, l'incubation et la vitesse d'évolution des symptômes, l'influence de l'âge de l'œillet, des blessures, de la température et de l'humidité, de la nature chimique du sol et de sa microflore, de la variété et de la vigueur de l'œillet, du pouvoir pathogène des parasites, ont été successivement envisagées.

L'action des parasites sur l'hôte a pu alors être abordée : nous avons décrit les symptômes que nous accordons à l'action de chacun des Champignons et nous avons essayé de pénétrer plus avant dans le mécanisme d'action de chaque Champignon. Les modifications histologiques, cytologiques et physiologiques que cause chaque parasite ont été étudiées.

Il nous appartenait ensuite d'examiner le problème dans son ensemble. Nous avons jusqu'alors étudié chaque parasite comme s'il agissait seul ; il convenait d'envisager l'interférence des actions parasitaires, les relations des parasites entre eux. Le résultat de 120 confrontations, des expériences d'infections mixtes complétant les conclusions sur l'évolution de la flore fongique des œillets dépérissants d'après les essais d'isolements, nous conduisent à considérer le complexe infectieux normalement présent dans les maladies de dépérissement comme une succession fongique dont nous avons pu définir les divers termes : causes prédisposantes, phase parasitaire comportant parasites primaires et parasites secondaires, phase saprophytique avec Champignons cellulolytiques et pectolytiques aboutissant à un équilibre avec la microflore du sol environnant.

L'intérêt pratique d'un travail phytopathologique est la recommandation d'un moyen de lutte pour combattre la maladie : celui-ci, conséquence naturelle des observations précédentes, comporte trois séries de mesures :

1° Agronomiques : amélioration des pratiques culturales et du sol.

2° Génétiques : sélection d'œillets résistants.

3° Chimiothérapiques : destruction des parasites par traitements fongicides. Nos essais ont porté sur des composés cupriques, des composés organomercuriques, des dérivés de la quinoléine et de l'acide dithiocarbamique, des composés quinoniques, des sels d'ammonium quaternaire et surtout des dérivés chlorés du crésol. A la suite d'essais particulièrement favorables ayant porté sur 35 000 œillets, nous avons émis des hypothèses sur le mode

d'action de ces derniers corps ; par oxydation dans la plante, ils se transformeraient en ose et méthyl 2,4 D, apportant ainsi un aliment et une substance de croissance ; ils peuvent induire l'apparition de tissus de néoformation permettant l'isolement des vaisseaux contaminés et la mise en respect des parasites. Il est ainsi possible de provoquer chez des plantes susceptibles des réactions semblables à celles que l'on observe chez des plantes normalement résistantes. C'est là une technique de lutte inédite particulièrement intéressante dans les maladies causées par des parasites vasculaires.

Des conclusions, dont certaines peuvent s'étendre à l'ensemble des maladies de dépérissement, ont pu être tirées de cette étude, dans des domaines très variés.

M. M.

WALKER (J. C.). — **Plant pathology**. 2<sup>e</sup> éd., New York, Mc Graw-Hill, Book Co., 707 p., 1957.

Le but de ce livre, dont la première édition date de 1950, est d'initier l'étudiant aux principes fondamentaux de la Pathologie végétale.

Ce n'est pas un manuel descriptif des maladies ni un recueil de moyens de lutte, mais plutôt un exposé des méthodes à mettre en œuvre pour prévenir les affections les plus importantes et susceptibles en même temps de servir de principes directeurs en matière de Pathologie végétale.

Après un chapitre consacré à l'histoire de la Phytopathologie, l'auteur passe en revue les affections non parasitaires (dues aux conditions climatiques défavorables, aux carences en éléments nutritifs, etc...), puis des exemples typiques (au nombre d'une centaine), judicieusement choisis, de maladies provoquées par les bactéries, les champignons et les virus. Il étudie ensuite les relations entre le milieu et le développement des maladies, les interactions hôte-parasite, enfin les différentes méthodes de protection et de lutte, préventives et curatives.

De nombreuses références bibliographiques, bien à jour, accompagnent chacun des chapitres de cet excellent manuel de Phytopathologie.

OLIVER and BOYD. — **Biological aspects of the transmission of disease**. Reports of Symposia of the Institute of biology. London, 184 p., 1957.

Le symposium, dont les différentes communications sont relatées dans cette publication, avait pour sujet le rôle des facteurs biologiques dans la transmission des maladies. Citons par exemple : l'homme, les animaux, les insectes, les semences, etc.

Cet aspect un peu particulier de la propagation des maladies, concernait, à la fois, Botanistes, Zoologistes, Médecins et Vétérinaires. Ce livre intéresse les agronomes, en ce qui concerne le rôle des insectes, et des semences dans la transmission des maladies des plantes.

H. A. M.

WOLF (F. A.). — **Tobacco diseases and decays**. Duke University Press, Durham, 396 p., 2<sup>e</sup> éd., 1957.

L'auteur fait remarquer avec juste raison dans son avant-propos que très peu de personnes s'intéressant à la culture du Tabac connaissent réellement les maladies de cette plante et leur accordent une importance particulière. Ils ignorent les dégâts que peuvent causer les parasites pendant la végétation, et

ceux que peuvent encore subir le tabac après la récolte. C'est pourquoi ce livre, en rassemblant toutes les données acquises sur le sujet dans les diverses parties du monde, sera très utile et aidera sans doute à compléter une lacune notamment chez les planteurs de tabac.

Cette seconde édition, qui vient après celle de 1935, apporte des éléments nouveaux, notamment dans le domaine des maladies à virus. Le lecteur y trouvera une énumération assez complète des dégâts occasionnés par les produits chimiques, les conditions de milieu (vent — gel — sécheresse, etc...), des maladies à virus, enfin des maladies bactériennes et fongiques. Cet ouvrage se termine par un chapitre réservé aux altérations des feuilles de tabac pendant leur conservation, fermentation et même après leur traitement dans les manufactures. Une illustration jointe à chaque maladie et des indications sur les méthodes de lutte, classent ce livre parmi les ouvrages de « détermination ».

H. A. M.

GUYOT (A. L.). — **Les rouilles des légumineuses fourragères et spontanées.**  
P. Lechevalier, Paris, 1957, 647 p., prix : 8 500 francs.

Parmi les nombreuses maladies cryptogamiques qui s'attaquent aux Légumineuses fourragères, les Rouilles sont certes celles qui se remarquent le plus souvent, en nature comme en culture ; elles sont capables, en certaines circonstances, de nuire sérieusement à la production fourragère des pays agricoles.

Le nombre et la diversité des parasites responsables, la complexité de leur cycle évolutif (avec intervention de nombreuses espèces d'Euphorbe comme support écidien facultatif ou obligatoire), la variété de leur spécialisation parasitaire ont longtemps retardé l'étude méthodique de ces maladies.

Depuis le début du siècle cependant, de nombreuses recherches ont été réalisées en divers pays d'Europe, plus spécialement en France, en Allemagne, en Suisse et en Russie ; elles permettent de dresser aujourd'hui une synthèse raisonnée de l'ensemble des connaissances que nous possédons sur ce groupe de maladies.

Dans le présent ouvrage, l'auteur s'est efforcé d'apporter tous ses soins à une description précise de chaque parasite et à un exposé de sa biologie, qui tienne compte de l'ensemble des données acquises à ce jour.

De nombreux dessins et cartes de dispersion géographique complètent ce travail, qui envisage plus particulièrement le cas des parasites les plus communs et les plus dangereux pour les cultures fourragères des pays tempérés, mais qui ne néglige pas pour autant les parasites observés dans l'ensemble des autres régions du globe.

Tel qu'il est, cet ouvrage ne peut que rendre de grands services à tous ceux que préoccupent l'amélioration des espèces fourragères et la lutte contre les maladies dont elles souffrent ; sa place est non seulement dans les laboratoires de Botanique, de Mycologie, de Phytopathologie et de Génétique appliquée aux plantes fourragères, mais aussi dans les Stations Agronomiques des divers pays des zones tempérées, tropicales et désertiques, partout en somme où la culture fourragère s'impose dans l'économie agricole de la région.

## TABLE DES MATIÈRES DE L'ANNÉE 1957

## I. MÉMOIRES ORIGINAUX

<b>D'Aguilar (J.).</b> — Révision des Voriini de l'ancien monde (Dipt. Tachinidae) .....	235
<b>D'Aguilar (J.), Bernard (R.) et Bessard (A.).</b> — Une méthode de lavage pour l'extraction des arthropodes terricoles .....	91
<b>Anselme (C.) et Baltzakis (N.).</b> — Sur une pourriture des dattes de conservation provoquée par <i>Mauginiella Scaetiae</i> Cav. ....	153
<b>Bonnemaison (L.).</b> — Le charançon des Siliques ( <i>Ceuthorrhyncus assimilis</i> Payk). Biologie et méthodes de lutte .....	387
<b>Bulit (J.).</b> — Contribution à l'étude biologique du <i>Nectria Galligena</i> Bres. agent du chancre du pommier .....	67
<b>Darpoux (H.), Louvet (J.) et Ponchet (J.).</b> — Essais de traitement des semences de crucifères contre le <i>Phoma lingam</i> (Tode) Desm. et l' <i>Alternaria brassicae</i> (Berk) Sacc. ....	545
<b>Grisson (P.).</b> — Les facteurs alimentaires de la fécondité chez le Doryphore .....	305
<b>Guillemat (J.) et Montegut (J.).</b> — Deuxième contribution à l'étude de la microflore fongique des sols cultivés .....	185
<b>Guyot (L.) et Massenot (M.).</b> — Observations et expérimentations sur la rouille noire des céréales et des graminées au cours des années 1954 à 1956 .....	271
<b>Labeyrie (V.).</b> — Observations sur le comportement de ponte de la mouche du Céleri .....	171
<b>Messiaen (C. M.) et Lafon (R.).</b> — Les champignons nuisibles aux semis de Maïs. — I. Organismes responsables et conditions d'infection .....	111
<b>Messiaen (C. M.) et Lafon (R.).</b> — Les champignons nuisibles aux semis de Maïs. — II. Essais de traitements de semence .....	209
<b>Schvester (D.) et Bianchi (H.).</b> — Ravageur des osiers cultivés ....	137
<b>Vasseur (R.) et Schvester (D.).</b> — Biologie et écologie du Pou de San José ( <i>Quadraspidiotus perniciosus</i> Comst.) en France .....	5
<b>Vasseur (R.) et Schvester (D.).</b> — Observations sur les traitements en cours de végétation contre le Pou de San José ( <i>Quadraspidiotus perniciosus</i> Comst.) .....	101
<b>Viel (G.).</b> — M. RAUCOURT, <i>In memoriam</i> .....	129
<b>Viel (G.) et Gusse (J. F.).</b> — Microméthode d'analyse du dibrométhane dans les fruits et les terres .....	165
<b>Vigne (J. P.), Chouteau (J.), Tabau (R. L.), Rancien (P.) et Karamanian (A.).</b> — Contribution à l'étude du métabolisme d'un insecticide organo phosphoré : le diéthylthionophosphate de 2 isopropyl 4-méthyl 6-oxypyrimidine .....	225

## II. CHRONIQUE DES LIVRES

<b>Chevaugéon (J.).</b> — Les maladies cryptogamiques du manioc en Afrique occidentale .....	127
<b>Dickson (J. C.).</b> — Diseases of field crops.....	558
<b>Edney (E. B.).</b> — L'eau chez les Arthropodes terrestres.....	383
<b>Guyot (A. L.).</b> — Les rouilles des légumineuses fourragères et spontanées .....	561
<b>Moreau (Mireille).</b> — Le dépérissement des œillets .....	558
<b>Olivier and Boyd.</b> — Biological aspects of the transmission of disease .....	560
<b>Viennot-Bourgin (G.).</b> — Mildious, Oidiums, Caries, Charbons, Rouilles des plantes de France .....	127
<b>Walker (J. C.).</b> — Plant Pathology.....	560
<b>Wolf (F. A.).</b> — Tobacco diseases and decays.....	560

---

Imprimerie DUSSIÈRE à Saint-Amand (Cher), France. — 10-4-1958.

---

*Dépôt légal: 1<sup>er</sup> trimestre 1958*      *N° d'impression: 680*



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL  
DE LA  
RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES  
DES ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE - ZOOLOGIE AGRICOLE  
PHYTOPHARMACIE



INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Képler - Paris

## AVIS AUX LECTEURS

---

Des changements importants ont été récemment apportés à la parution des *Annales*.

### I. Série A. — ANNALES AGRONOMIQUES

Pour l'année 1957 les *Annales Agronomiques* comporteront huit fascicules. Six continueront à être consacrés à l'Agronomie générale (Science du Sol, Fertilisation). Deux seront spécialement consacrés à la Physiologie végétale.

On pourra s'abonner, soit :

	France	Étranger
— à la série complète : huit fascicules . . . . .	4.700	5.500
— à la série " Agronomie " : six fascicules . . . . .	3.500	4.100
— aux deux fascicules de " Physiologie végétale " . . . .	1.250	1.650

À défaut de recommandation spéciale, les abonnements en cours seront renouvelés selon la nouvelle formule (8 fascicules).

### II. FASCICULES HORS-SÉRIE

Plusieurs fascicules consacrés en entier à un même sujet paraîtront en cours d'année. Les lecteurs des *Annales*, abonnés ou non, pourront se procurer ces différents fascicules contre la somme de : **650 francs** franco par fascicule.

*POUR PARAÎTRE PROCHAINEMENT :*

Série C. — LEGAY : **La prise de nourriture chez le ver à soie.**

SCHVESTER : **Contribution à l'étude écologique des coléoptères scolytides.**

Série E. — BOURDET : **Les constituants puriques et pyrimidiques des levures et la dégradation autolytique de l'acide ribonucléique.**

---

Les commandes d'ouvrages doivent être adressées au Régisseur des publications, 7, rue Keppler, Paris.

Règlement : par chèque bancaire à l'ordre du Régisseur des publications, par virement postal à son compte courant : Paris 9064-43 ou par bons U. N. E. S. C. O.

# INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

Directeur : H. FERRU

## Conseil Supérieur de la Recherche Agronomique

*Président* ..... M. le Ministre de l'Agriculture.

*Vice-Président* ..... M. le Professeur LEMOIGNE, membre de l'Institut.

## Comité Permanent de la Recherche Agronomique

*Président* ..... M. le Professeur LEMOIGNE.

*Membres* ..... MM. les Professeurs BRESSOU, TERROINE, LHÉRITIER.

Le Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique,

L'Inspecteur général de la Recherche Agronomique,

Les Directeurs centraux de Recherches.

## Rédaction des Annales

Pour l'ensemble des Séries : M. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche Agronomique.

Série A. — *Agronomie* : M. BOISCHOT, Directeur de la Station centrale d'Agronomie.

Série B. — *Amélioration des plantes* : M. MAYER, Directeur de la Station centrale de Génétique et Amélioration des Plantes.

Série C. — *Epiphyties* : M. DARPOUX, Directeur de la Station centrale de Pathologie végétale,

M. TROUVELOT, Directeur de la Station centrale de Zoologie agricole et

M. VIEL, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.

Série D. — *Zootchnie* : MM. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche agronomique, A.-M. LEROY, Professeur à l'Institut National Agronomique,

Série E. — *Technologie agricole* : M. FLANZY, Directeur de la Station centrale de Recherches sur l'Œnologie, la Cidrie et les Jus de fruits,

M. MOCQUOT, Directeur de la Station centrale de Microbiologie et de Recherches laitières.

## ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION :

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

### TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1957

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
<b>SÉRIE A. — AGRONOMIE</b>			
Abonnement annuel (8 livraisons) .....	4.700	5.500	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part .....	400	450	—
<b>SÉRIE B. — AMÉLIORATION DES PLANTES</b>			
Abonnement annuel (4 livraisons) .....	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part .....	400	450	—
<b>SÉRIE C. — ÉPIPHYTIES</b>			
Abonnement annuel (4 livraisons) .....	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part .....	300	350	—
<b>SÉRIE D. — ZOOTECHNIE</b>			
Abonnement annuel (4 livraisons) .....	1.100	1.300	325
<b>SÉRIE E. — TECHNOLOGIE</b>			
Abonnement annuel (4 livraisons) .....	2.300	2.700	650
Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 30 fr. en timbres-poste.			

Les abonnements sont reçus chez tous les libraires ainsi qu'au siège de l'Institut  
7, rue Keppler (régie des publications, C.C.P. PARIS, 90.64-43).

## TABLE DES MATIÈRES

---

VASSEUR (R.) et SCHVESTER (D.). — Biologie et écologie du Pou de San José ( <i>Quadraspidotus perniciosus</i> Comst.) en France . . .	5
BULIT (J.). — Contribution à l'étude biologique du <i>Nectria Galligena</i> Bres agent du chancre du Pommier . . . . .	67
D'AGUILAR (J.), BENARD (R.) et BESSARD (A.). — Une méthode de lavage pour l'extraction des arthropodes terricoles . . . . .	91
VASSEUR (R.) et SCHVESTER (D.). — Observations sur les traitements en cours de végétation contre le Pou de San José ( <i>Quadraspidotus perniciosus</i> Comst.) . . . . .	101
MESSIAEN (C. M.) et LAFON (R.). — Les champignons nuisibles aux semis de maïs — I. Organismes responsables et conditions d'infection . . . . .	111
CHRONIQUE DES LIVRES . . . . .	127

---

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL  
DE LA  
RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES  
DES ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE - ZOOLOGIE AGRICOLE  
PHYTOPHARMACIE



71 MAR 1957

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Keppeler - Paris

## AVIS AUX LECTEURS

---

Des changements importants ont été récemment apportés à la parution des *Annales*.

### I. Série A. — ANNALES AGRONOMIQUES

Pour l'année 1957 les *Annales Agronomiques* comporteront huit fascicules. Six continueront à être consacrés à l'Agronomie générale (Science du Sol, Fertilisation). Deux seront spécialement consacrés à la Physiologie végétale.

On pourra s'abonner, soit :

	France	Étranger
— à la série complète : huit fascicules . . . . .	4.700	5.500
— à la série " Agronomie " : six fascicules . . . . .	3.500	4.100
— aux deux fascicules de " Physiologie végétale " . . . . .	1.250	1.650

A défaut de recommandation spéciale, les abonnements en cours seront renouvelés selon la nouvelle formule (8 fascicules).

### II. — FASCICULES HORS-SÉRIE

Plusieurs fascicules consacrés en entier à un même sujet paraîtront en cours d'année. Les lecteurs des *Annales*, abonnés ou non, pourront se procurer ces différents fascicules contre la somme de : 650 francs franco par fascicule.

POUR PARAÎTRE PROCHAINEMENT :

Série C. — LEGAY : La prise de nourriture chez le ver à soie.

SCHVESTER : Contribution à l'étude écologique des coléoptères scolytides.

Série E. — BOURDET : Les constituants puriques et pyrimidiques des levures et la dégradation autolytique de l'acide ribonucléique.

---

Les commandes d'ouvrages doivent être adressées au Régisseur des publications, 7, rue Keppler, Paris.

Règlement : par chèque bancaire à l'ordre du Régisseur des publications, par virement postal, à son compte courant : Paris 9064-43 ou par bons U.N.E.S.C.O.

# INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

Directeur : H. FERRU

## Conseil Supérieur de la Recherche Agronomique

*Président*..... M. le Ministre de l'Agriculture.

*Vice-Président*..... M. le Professeur LEMOIGNE, membre de l'Institut.

## Comité Permanent de la Recherche Agronomique

*Président*..... M. le Professeur LEMOIGNE.

*Membres*..... MM. les Professeurs BRESSOU, TERROINE, LIUÉRITIER.  
Le Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique,  
L'Inspecteur général de la Recherche Agronomique,  
Les Directeurs centraux de Recherches.

## Rédaction des Annales

Pour l'ensemble des Séries : M. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche Agronomique.

Série A. — *Agronomie* : M. BOISCHOT, Directeur de la Station centrale d'Agronomie.

Série B. — *Amélioration des plantes* : M. MAYER, Directeur de la Station centrale de Génétique et Amélioration des Plantes.

Série C. — *Epiphyties* : M. DARPOUX, Directeur de la Station centrale de Pathologie végétale,

M. TROUVELOT, Directeur de la Station centrale de Zoologie agricole,

M. VIEL, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.

Série D. — *Zootchnie* : M. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche agronomique,

M. A.-M. LEROY, Professeur à l'Institut National Agronomique.

Série E. — *Technologie agricole* : M. FLANZY, Directeur de la Station centrale de Recherches sur l'Œnologie, la Cidrie et les Jus de fruits,

M. MOCQUOT, Directeur de la Station centrale de Microbiologie et de Recherches laitières.

## ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

### TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1957

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
<b>SÉRIE A. — AGRONOMIE</b>			
Abonnement annuel (8 livraisons) .....	4.700	5.100	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part .....	400	450	—
<b>SÉRIE B. — AMÉLIORATION DES PLANTES</b>			
Abonnement annuel (4 livraisons) .....	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part .....	400	450	—
<b>SÉRIE C. — ÉPIPHYTIES</b>			
Abonnement annuel (4 livraisons) .....	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part .....	300	350	—
<b>SÉRIE D. — ZOOTECHNIE</b>			
Abonnement annuel (4 livraisons) .....	1.100	1.300	325
<b>SÉRIE E. — TECHNOLOGIE</b>			
Abonnement annuel (4 livraisons) .....	2.300	2.700	650
Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 30 fr. en timbres-poste.			

Les abonnements sont reçus chez tous les libraires ainsi qu'au siège de l'Institut  
7, rue Keppler (régie des publications, C.C.P., PARIS, 90,64-43)

## TABLE DES MATIÈRES

---

Marc RAUCOURT (1900-1956) .....	129
SCHVESTER (D.) et BIANCHI (H.). — Ravageur des osiers cultivés ..	137
ANSELME (C.) et BALTZAKIS (N.). — Sur une pourriture des dattes de conservation provoquée par <i>Mauginiella Scaetiae</i> Cav..	153
VIEL (G.) et GUSSE (J. F.). — Microméthode d'analyse du dibro- méthane dans les fruits et les terres.....	165
LABEYRIE (V.). — Observations sur le comportement de ponte de la mouche du Céleri.....	171
GUILLEMAT (J.) et MONTEGUT (J.). — Deuxième contribution à l'étude de la microflore fongique des sols cultivés .....	185
MESSIAEN (C. M.) et LAFON (R.). — Les champignons nuisibles aux semis de Maïs. — II. — Essais de traitements de semence..	209
VIGNE (J. P.), CHOUTEAU (J.), TABAU (R. L.), RANCIEN (P.) et KARAMANIAN (A.). — Contribution à l'étude du métabolisme d'un insecticide organo phosphoré : le diéthylthionophos- phate de 2 isopropyl 4 méthyl 6 oxypyrimidine.....	225

---

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL  
DE LA  
RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES  
DES ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE - ZOOLOGIE AGRICOLE  
PHYTOPHARMACIE



INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Képler - Paris

## AVIS AUX LECTEURS

---

Des changements importants ont été récemment apportés à la parution des Annales.

### I. Série A. — ANNALES AGRONOMIQUES

Pour l'année 1957 les Annales Agronomiques comporteront huit fascicules. Six continueront à être consacrés à l'Agronomie générale (Science du Sol, Fertilisation). Deux seront spécialement consacrés à la Physiologie végétale. Le 1<sup>er</sup> fascicule portera le n° 2 Bis.

On pourra s'abonner, soit :

	France	Étranger
— à la série complète : huit fascicules . . . . .	4.700	5.500
— à la série " Agronomie " : six fascicules . . . . .	3.500	4.100
— aux deux fascicules de " Physiologie végétale " . . . .	1.250	1.650

A défaut de recommandation spéciale, les abonnements en cours seront renouvelés selon la nouvelle formule (8 fascicules).

### II. — FASCICULES HORS-SÉRIE

Plusieurs fascicules consacrés en entier à un même sujet paraîtront en cours d'année. Les lecteurs des Annales, abonnés ou non, pourront se procurer ces différents fascicules contre la somme de : **650 francs** franco par fascicule.

*POUR PARAÎTRE PROCHAINEMENT :*

Série C. — LEGAY : **La prise de nourriture chez le ver à soie.**

SCHVESTER : **Contribution à l'étude écologique des coléoptères scolytides.**

Série E. — BOURDET : **Les constituants puriques et pyrimidiques des levures et la dégradation autolytique de l'acide ribonucléique.**

---

Les commandes d'ouvrages doivent être adressées au Régisseur des publications, 7, rue Kepler, Paris.

Règlement : par chèque bancaire à l'ordre du Régisseur des publications, par virement postal, à son compte courant : Paris 9064-43 ou par bons U.N.E.S.C.O.

# INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

Directeur : H. FERRU

## Conseil Supérieur de la Recherche Agronomique

Président..... M. le Ministre de l'Agriculture.

Vice-Président..... M. le Professeur LEMOIGNE, membre de l'Institut.

## Comité Permanent de la Recherche Agronomique

Président..... M. le Professeur LEMOIGNE.

Membres..... MM. les Professeurs BRESSOU, TERROINE, LIÉRETIER.  
Le Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique,  
L'Inspecteur général de la Recherche Agronomique,  
Les Directeurs centraux de Recherches.

## Rédaction des Annales

Pour l'ensemble des Séries : M. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche Agronomique.

Série A. — *Agronomie* : M. BOISCHOT, Directeur de la Station centrale d'Agronomie.

Série B. — *Amélioration des plantes* : M. MAYER, Directeur de la Station centrale de Génétique et Amélioration des Plantes.

Série C. — *Epiphyties* : M. DARPOUX, Directeur de la Station centrale de Pathologie végétale,

M. TROUVELOT, Directeur de la Station centrale de Zoologie agricole,

M. VIEL, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.

Série D. — *Zootechnie* : MM. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche agronomique, A.-M. LEROY, Professeur à l'Institut National Agronomique.

Série E. — *Technologie agricole* : M. FLANZY, Directeur de la Station centrale de Recherches sur l'Œnologie, la Cidrie et les Jus de fruits,  
M. MOCQUOT, Directeur de la Station centrale de Microbiologie et de Recherches laitières.

## ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION :

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

## TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1957

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
<b>SÉRIE A. — AGRONOMIE</b>			
Abonnement annuel (8 livraisons) .....	4.700	5.500	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part .....	400	450	—
<b>SÉRIE B. — AMÉLIORATION DES PLANTES</b>			
Abonnement annuel (4 livraisons) .....	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part .....	400	450	—
<b>SÉRIE C. — ÉPIPHYTIES</b>			
Abonnement annuel (4 livraisons) .....	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part .....	300	350	—
<b>SÉRIE D. — ZOOTECHNIE</b>			
Abonnement annuel (4 livraisons) .....	1.100	1.300	325
<b>SÉRIE E. — TECHNOLOGIE</b>			
Abonnement annuel (4 livraisons) .....	2.300	2.700	650

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 30 fr. en timbres-poste.

Les abonnements sont reçus chez tous les libraires ainsi qu'au siège de l'Institut  
7, rue Keppler (régie des publications, C.C.P. PARIS, 90.64-43).

## TABLE DES MATIÈRES

---

D'AGUILAR (J.). — Révision des <i>Voriini</i> de l'ancien monde (Dipt. <i>Tachinidae</i> ) .....	235
GUYOT (L.) et MASSENOT (M.). — Observations et expérimentations sur la rouille noire des céréales et des graminées au cours des années 1954 à 1956 .....	271
GRISON (P.). — Les facteurs alimentaires de la fécondité chez le doryphore.....	305
Revue des Livres .....	383

---

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL  
DE LA  
RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

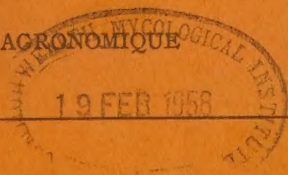
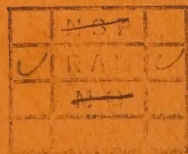
ANNALES  
DES ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE - ZOOLOGIE AGRICOLE  
PHYTOPHARMACIE



INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Képler - Paris



## AVIS AUX LECTEURS

---

Des changements importants ont été récemment apportés à la parution des Annales.

### I. Série A. — ANNALES AGRONOMIQUES

Pour l'année 1958 les Annales Agronomiques comporteront huit fascicules. Six continueront à être consacrés à l'Agronomie générale (Science du Sol, Fertilisation). Deux seront spécialement consacrés à la Physiologie végétale. Le 1<sup>er</sup> fascicule portera le n<sup>o</sup> 2 Bis.

On pourra s'abonner, soit :

	France	Étranger
— à la série complète : huit fascicules . . . . .	4.700	5.500
— à la série " Agronomie " : six fascicules . . . . .	3.500	4.100
— aux deux fascicules de " Physiologie végétale " . . . . .	1.250	1.650

A défaut de recommandation spéciale, les abonnements en cours seront renouvelés selon la nouvelle formule (8 fascicules).

### II. FASCICULES HORS-SÉRIE

Plusieurs fascicules consacrés en entier à un même sujet paraîtront en cours d'année. Les lecteurs des Annales, abonnés ou non, pourront se procurer ces différents fascicules contre la somme de : **650 francs** franco par fascicule.

VIENT DE PARAÎTRE :

Série C. — LEGAY : La prise de nourriture chez le ver à soie.

Série E. — BOURDET : Les constituants puriques et pyrimidiques des levures et la dégradation autolytique de l'acide ribonucléique.

Série C. — SCHVESTER : Contribution à l'étude écologique des coléoptères scolytides.

---

Les commandes d'ouvrages doivent être adressées au Régisseur des publications, 7, rue Kepler, Paris.

Règlement : par chèque bancaire à l'ordre du Régisseur des publications, par virement postal, à son compte courant : Paris 9064-43 ou par bons U.N.E.S.C.O.

# INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Kepler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

Directeur : H. FERRU

## Conseil Supérieur de la Recherche Agronomique

*Président* ..... M. le Ministre de l'Agriculture.

*Vice-Président* ..... M. le Professeur LEMOIGNE, membre de l'Institut.

## Comité Permanent de la Recherche Agronomique

*Président* ..... M. le Professeur LEMOIGNE.

*Membres* ..... MM. les Professeurs BRESSOU, TERROINE, LHÉRITIER.  
Le Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique,  
L'Inspecteur général de la Recherche Agronomique,  
Les Directeurs centraux de Recherches.

## Rédaction des Annales

Pour l'ensemble des Séries : M. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche Agronomique.

Série A. — *Agronomie* : M. BOISCHOT, Directeur de la Station centrale d'Agronomie.

Série B. — *Amélioration des plantes* : M. MAYER, Directeur de la Station centrale de Génétique et Amélioration des Plantes.

Série C. — *Epiphyties* : M. DARPOUX, Directeur de la Station centrale de Pathologie végétale,

M. TROUVELOT, Directeur de la Station centrale de Zoologie agricole,

M. VIEL, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.

Série D. — *Zootechnie* : M. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche agronomique, M. A.-M. LEROY, Professeur à l'Institut National Agronomique.

Série E. — *Technologie agricole* : M. FLANZY, Directeur de la Station centrale de Recherches sur l'Œnologie, la Cidrie et les Jus de fruits,  
M. MOCQUOT, Directeur de la Station centrale de Microbiologie et de Recherches laitières.

## ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION

7, rue Kepler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

### TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1958

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
<b>SÉRIE A. — AGRONOMIE</b>			
Abonnement annuel (3 livraisons) .....	4.700	5.100	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part .....	400	450	—
<b>SÉRIE B. — AMÉLIORATION DES PLANTES</b>			
Abonnement annuel (4 livraisons) .....	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part .....	400	450	—
<b>SÉRIE C. — ÉPIPHYTIES</b>			
Abonnement annuel (4 livraisons) .....	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part .....	300	350	—
<b>SÉRIE D. — ZOOTECHNIE</b>			
Abonnement annuel (4 livraisons) .....	1.100	1.300	325
<b>SÉRIE E. — TECHNOLOGIE</b>			
Abonnement annuel (4 livraisons) .....	2.300	2.700	650

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 30 fr. en timbres-poste.

Les abonnements sont reçus chez tous les libraires ainsi qu'au siège de l'Institut  
7, rue Kepler (régie des publications, C.C.P., PARIS, 90.64-43)

## TABLE DES MATIÈRES

---

BONNEMAISON (L.). — Le Charançon des Siliques ( <i>Ceuthorrhynchus assimilis</i> Payk). Biologie et méthodes de lutte.....	387
DARPOUX (H.), LOUVET (J.) et PONCHET (J.). — Essais de traitement des semences de Crucifères contre le <i>Phoma lingam</i> (TODE) Desm. et l' <i>Alternaria brassicae</i> (BERK.) SACC. ....	545
CHRONIQUE DES LIVRES.....	559
TABLE DES MATIÈRES DE L'ANNÉE 1957 .....	563